2,-

RADIO UND FERNSEHEN

ZEITSCHRIFT FÜR RADIO, FERNSEHEN, ELEKTROAKUSTIK UND ELEKTRONIK

5. JAHRGANG 3 FEBRUAR 1956



VERLAG DIE WIRTSCHAFT BERLIN NO 18

Aus dem Inhalt

Titelbild:
Die Aufnahme zeigt von links nach rechts: Iwan A. Andrejew, stellvertretender Direktor des Staatlichen Rundfunkkomitees der UdSSR, Necasek, Zentraldirektor des Rundfunks der CSR, und den Minister für Volksbildung der DDR, Fritz Lange, Mitglied des Präsidiums des Ministerrates der DDR, anläßlich eines Gespräches nach der Eröffnungssitzung der Vollversammlung der OIR am 21. 11. 1955 in Leipzig.
Aufnahme: Zentralbild

Die Kurzwellenausbreitung im Dezember 1955 und Vorschau für Februar 1956

Herausgegeben vom Heinrich-Hertz-Institut der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin

Die starke Sonnenaktivität hielt auch im Dezember an. Als höchste Sonnenfleckenrelativzahl wurde R = 105 gemessen. Das Monatsmittel lag mit R = 77 zwar niedriger als im November, aber weiterhin sehr hoch. Entsprechend hoch lagen auch die Grenzfrequenzen der F_2-Schicht.

Auf eine hohe Schwankungsamplitude des Erdmagnetfeldes am 1. 12. folgte am 2. 12. eine mittlere Ionosphärenstörung, die bereits in den frühesten Morgenstunden begann. Sie ließ tagsüber nach und wurde erst in den Abendstunden bis zum Morgen des 3. 12. wieder kräftig. Auch die folgende Nacht war noch gestört. Nach einer etwas ruhigeren Zeit folgte am 7. 12. abends eine mäßige Störung, die ebenfalls am Tage nachließ und in der nächsten Nacht wieder an Intensität gewann. Am 14. 12. wurden in den Abendstunden leichte Grenzfrequenzabfälle gegenüber den vorhergesagten Werten beobachtet.

Bis zum 25. 12. folgte nun eine störungsfreie Zeit, in der auch das Erdmagnetfeld keine nennenswerten Schwankungen zeigte. Größere Schwankungen wurden erst wieder am 25. und besonders am 26. 12. beobachtet. Dementsprechend folgte auch vom 26. ab eine zunächst recht kräftige, aber bald schwächer werdende Ionosphärenstörung bis zum Monatsende. Dabei waren wieder besonders die Nächte gestört, wenn die Grenzfrequenzen am Tage nur wenig abfielen.

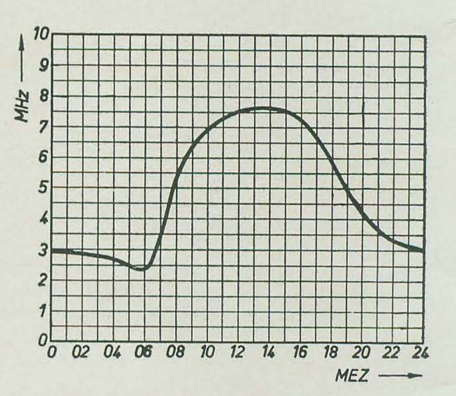
Es muß hier darauf hingewiesen werden, daß wir in unseren Berichten immer dann von einer Ionosphärenstörung sprechen, wenn die Grenzfrequenzen der F_2-Schicht wesentlich unter dem vorhergesagten Wert lagen. Bei den im Dezember 1955 besonders vorherrschenden nächtlichen Störungen überlagern sich dann zwei verschiedene Effekte: 1. Die Ionosphärenstörungen beginnen meist etwa um Mitternacht, bei leichteren Störungen sind dann die Grenzfrequenzen bis zum Morgen wieder soweit an die normalen Werte herangerückt, daß die Störung praktisch fast abgeklungen ist, und 2. sind unsere vorhergesagten Tageswerte besonders vorsichtig angesetzt, da hier die normal übliche Streuung der Einzelwerte verhältnismäßig hoch liegt. Am Tage sind also die mäßigen Ionosphärenstörungen schon im Sicherheitsabzug unserer Vorhersagen erfaßt.

Die Tagesdämpfung war sehr wechselnd, wie es ja im Winter stets der Fall ist. Es wurde darüber bereits im letzten Winter berichtet. Die Intensität der sporadischen E-Schicht war der Jahreszeit entsprechend gering. *Lge.*

Vorschau für Februar 1956

Neben einem leichten allgemeinen Anstieg der F_2-Grenzfrequenzen ist das wesentlich breitere Maximum als Folge der längeren Tagesdauer deutlich zu erkennen, wenn man die Kurve mit der des Vormonats vergleicht. Wie bereits in RADIO UND FERNSEHEN Heft 21 (1955) erläutert, ergeben sich durch das breitere Maximum bei Weitstrecken mit mehrfacher Reflexion an der F_2-Schicht höhere brauchbare Tagesgrenzfrequenzen.

Somit dürften für den Amateurverkehr die beiden Bänder 21 und 28 MHz mindestens ebenso ertragreich, wenn nicht zum Teil sogar günstiger als im Januar werden. Wegen der längeren Sonneneinstrahlung versprechen die mittleren Bänder 7 und 14 MHz bessere Ergebnisse als im Januar. Hier kann allerdings in Ausnahmefällen im 7-MHz-Band auch die Dämpfung schon wieder in Erscheinung treten. Auch kann es gelegentlich durch die normale E-Schicht zur Abdeckung kommen. Beide Erscheinungen werden sich voraussichtlich im 3,5-MHz-Band besonders bemerkbar machen. Im Winter werden bekanntlich die sogenannten Ausreißertage mit sehr hohen Dämpfungswerten verhältnismäßig häufig beobachtet. Über ihre Ursachen ist man sich noch nicht im klaren, es liegt jedoch die Vermutung nahe, daß sie nicht auf die Sonnentätigkeit zurückzuführen, sondern vielmehr irdischen Ursprungs sind. Man kann nämlich außer den Ausreißertagen noch einen regelmäßigen Dämpfungsgang erkennen, der dem Sonnenstand entspricht. Außerdem ist es unwahrscheinlich, daß die Sonne gerade stets im Winter besondere Erscheinungen zeigt. Am deutlichsten werden diese Dämpfungsschwankungen auf den niedrigen Frequenzen 3,5 und 7 MHz zu bemerken sein. Hier kann es vorkommen, daß an zwei aufeinanderfolgenden Tagen ganz verschiedene Dämpfung herrscht, obwohl keine Ionosphärenstörung vorliegt. Bei den vom Heinrich-Hertz-Institut berechneten Frequenzberatungen wird die untere Grenze der brauchbaren Bereiche so vorsichtig angesetzt, daß die Ausreißer nicht mehr stören können, wenn man sich nach der Beratung richtet.



Voraussichtliche F_2-Grenzfrequenzen (Mittelwerte) im Februar 1956

Wegen der hohen Sonnenaktivität können auch im Februar wieder Ionosphärenstörungen vorkommen, gelegentlich sogar auch Mögel-Dellinger-Effekte, obwohl letztere im Winter verhältnismäßig selten sind.

Abschließend möchten wir die Leser dieses Berichtes um ihre Rückäußerung bitten. Es würde unsere Arbeit fördern, wenn wir **Fragen, Anregungen** oder auch **Kritiken aus dem Leserkreis** hören würden. Wie wir bisher in fast jedem Bericht ein aktuelles Thema mit behandelt haben, beantworten wir in diesem Rahmen ebenso gern auch die Fragen der Leser zur Wellenausbreitung. *Lge.*

Verlag „Die Wirtschaft", Verlagsdirektor Heinz Friedrich
Chefredakteur: Rudolf Nehring, Berlin NO 18, Am Friedrichshain 22, Fernruf: 53 08 71, Fernschreiber 1448. Veröffentlicht unter Lizenznummer 4102 des Amtes für Literatur und Verlagswesen der Deutschen Demokratischen Republik. — **Anzeigenannahme:** Verlag „Die Wirtschaft", Berlin NO 18, Am Friedrichshain 22, und alle Filialen der DEWAG-Werbung. Zur Zeit gültige Preisliste Nr. 1. — **Druck:** Tribüne-Verlag, Druckerei III, Leipzig III/18/36. — Nachdruck und Auszüge nur mit Quellenangabe gestattet. Alle weiteren Rechte vorbehalten. — Die Zeitschrift „Radio und Fernsehen" erscheint zweimal im Monat; Einzelheft 2,— DM. Bestellungen können bei den Postämtern der Deutschen Demokratischen Republik und der Bundesrepublik sowie Westberlins oder direkt beim Verlag abgegeben werden. Auslieferung für den Postbezug in der Bundesrepublik und Westberlin durch Helios-Vertriebs-GmbH, Berlin-Borsigwalde, Eichborndamm 141/157.
Zuschriften an Redaktion „Radio und Fernsehen", Berlin NO 18, Am Friedrichshain 22.

RADIO UND FERNSEHEN

5. JAHRGANG 1. FEBRUARHEFT 1956 NR. 3

Vollversammlung der OIR in Leipzig

Alljährlich hält die OIR eine Vollversammlung ab, die im November 1955 erstmalig in der Deutschen Demokratischen Republik, und zwar in Leipzig, stattfand. Von den zwanzig der OIR angehörenden Ländern entsandten dreizehn ihre Delegierten. Als Vertreter des CCIR war der stellvertretende Direktor Mr. Leslie W. Hayes, als Vertreter der UNESCO Herr Steigner anwesend. Während der Vollversammlung tagte auch die Technische Kommission der OIR, die die Grundlagen für die technische Zusammenarbeit zwischen den Ländern ausarbeitet und darüber hinaus durch wissenschaftliche Vorträge den technischen Fortschritt des Rundfunk- und Fernsehwesens fördern soll.

Der Tagung der Technischen Kommission gingen die Sitzungen der drei Studiengruppen „Drahtfunktechnik", „Akustik" mit „Schallaufzeichnung" und „Fernsehen" voraus. Die Studiengruppen befassen sich mit der Ausarbeitung von Empfehlungen für die Vereinheitlichung von Rundfunk- und Fernseheinrichtungen der Mitgliedsländer, damit bei Programmaustausch und gemeinsamen Veranstaltungen alle technischen Voraussetzungen erfüllt sind. So wurden Empfehlungen für Magnettonspeicheranlagen, das Einmessen von Magnettonanlagen und -bändern, die Messung von Studios, Fernsehnormen und Fernsehprogrammaustausch mittels Film behandelt.

Vertreter der Sowjetunion behandelten in der Sitzung der Technischen Kommission unter anderem die Schallverstärkungsanlage im Kongreßsaal des Palastes für Kultur und Wissenschaft in Warschau, die Schätzung und Messung der Diffusität des Schallfeldes in geschlossenen Räumen, Messungen der Rasterverzerrungen bei Fernsehempfängern, Verzerrungen des Fernsehbildes bei mit dem Netz nicht synchronem Bildraster und Meßmethoden für die Eigenschaften von Bildaufnahmeröhren. Polnische Kollegen sprachen über die Organisation der akustischen Messungen beim Bau von Rundfunkstudios, das Verhältnis von Tonträger- zu Bildträgerleistung bei Fernsehsendern und die Definition und Messung der Empfindlichkeit von Fernsehempfängern. Der Vertreter Rumäniens sprach über die Frage der Tonbandgeschwindigkeit 38,1 cm/s in Rundfunkstudios. Vertreter der Tschechoslowakei trugen neue Gedanken über die Technik der Rundfunkstudioausrüstung vor, berichteten über einen dort entwickelten und gebauten Fernsehreportagewagen und über Meßmethoden für Rieselikonoskope. Der finnische Vertreter schilderte die gegenwärtige Versorgung Finnlands mit UKW-Rundfunk, und ein Vertreter der Deutschen Demokratischen Republik sprach über die verschiedenen Methoden zur Messung der Nachhallzeit in Studios und Hallräumen und verglich die hierbei erhaltenen Meßergebnisse.

Die ausführliche Diskussion über einzelne Vorträge zeigte, daß für diese Gebiete in vielen Ländern großes Interesse besteht und daß der Erfahrungsaustausch innerhalb der Technischen Kommission der OIR zu einem wesentlichen Bestandteil der Arbeit auf dem Gebiet der Rundfunk- und Fernsehtechnik gehört.

Während und nach der Tagung fanden noch eine Anzahl von Besichtigungen und Vorführungen statt. So zeigte das Ministerium für Post- und Fernmeldewesen der Deutschen Demokratischen Republik den Fernsehsender Leipzig und den Rundfunksender Berlin-Köpenick, das Staatliche Rundfunkkommitee veranstaltete Führungen durch das Rundfunkstudio Leipzig, das Funkhaus Berlin, das Fernsehzentrum Berlin und das Betriebslaboratorium für Rundfunk und Fernsehen in Berlin-Adlershof. Sowohl bei den Besichtigungen als auch bei der Führung durch das Laboratorium bot sich die Gelegenheit zu einigen Vorführungen, die lebhafte Diskussionen auslösten und damit wiederum dem Erfahrungsaustausch dienten. So wurden neue Lautsprecherkombinationen vorgeführt, die 1956 im Funkhaus Berlin eingesetzt werden. Ebenso konnten Vergleiche zwischen den Bandgeschwindigkeiten 38,1 und 76,2 cm/s durchgeführt werden. Die Meßmethoden für die Störmodulation auf Magnettonmaschinen wurden gezeigt; dabei kann die Störmodulation nach der üblichen Methode aus der Aufzeichnung, aber zum Beispiel auch aus dem Bandzug gemessen werden. Eine Meßeinrichtung für die Lage des Winkels des Aufsprechspaltes auf dem Band mit einer Genauigkeit von ± 1,5 min sowie die optische Justiereinrichtung für die Kopfträger auf Magnettonmaschinen fanden großes Interesse. Von den auf dem Gebiet der Fernsehtechnik durchgeführten Arbeiten konnten die Delegierten die Messung der Empfindlichkeit von Rieselikonoskopen und der Kipplinearität von Fernsehkameras verfolgen: weiterhin wurde ihnen Gelegenheit gegeben, Einrichtungen zur Messung der Leuchtdichte auf Bildröhren, neutrale Filter mit kontinuierlich regelbarer Transparenz, elektrische Testbildgeber, Zeilenlupe und Frequenzkurvenschreiber für Fernsehgeräte, Mischverstärker für die Mischung mehrerer Bildquellen, einen Gradationsverzerrer für die Gradationsregelung von Bildaufnahmegeräten und eine Mit- und Rückfluß-Störschleppenmessung an Videokabeln zu besichtigen. Eine Anzahl von Geräten für Messungen in der Raum- und Bauakustik, wie Strömungswiderstandsmesser, Porositätsmesser und ein akustischer Echomesser vervollständigten das Programm.

Die Mitarbeiter des Deutschen Demokratischen Rundfunks wollten mit diesen Vorführungen zeigen, daß sie ernsthaft bemüht sind, den internationalen Stand der Rundfunk- und Fernsehtechnik zu erreichen. Daß dies nur mit Hilfe einer engen internationalen Zusammenarbeit und gegenseitigem Erfahrungsaustausch möglich ist, konnten die Teilnehmer an der XII. Tagung der Technischen Kommission der OIR in Leipzig 1955 leicht erkennen.

Hermann Stier

Nachrichten

Der Normenentwurf DIN 40700, Blatt 7, Schaltzeichen für Magnettonköpfe, November 1955, ist in der Zeitschrift „Elektronorm" Heft 8 (1955) S. 283 veröffentlicht. Einsprüche sind noch bis zum 29. Februar d. J. an den Fachnormenausschuß Elektrotechnik möglich.

In den Gewässern des Hohen Nordens wurde zum Beobachten und Erforschen des Meeresgrundes sowie der Fauna und Flora des Meeres eine für diesen Zweck von einem Kollektiv des Laboratoriums für Meereselektronik am Ozeanologischen Institut der Akademie der Wissenschaften der UdSSR entwickelte Unterwasserfernsehkamera probeweise eingesetzt.

Im Königssee bei Berchtesgaden wurde kürzlich die erste deutsche Unterwasserfernsehkamera erprobt. Die von Grundig gebaute Resistron-Kleinkamera im wasserdichten, druckfesten Gehäuse wird ferngesteuert und kann bis in 300 m Tiefe eingesetzt werden. Ein wichtiges Anwendungsgebiet der Unterwasserfernsehkameras ist die Beobachtung von Betonarbeiten an Brückenpfeilern, Kalmauern usw. sowie das Überprüfen von Betonrohren, Kabeln u. ä. Auch beim Auffinden von Wracks und Schiffahrtshindernissen werden diese Geräte bald eine wichtige Rolle spielen.

Erstmalig wird in Ungarn der in der Glühlampen- und Rundfunkröhrenindustrie benötigte Molybdändraht selbst hergestellt. Das Molybdänerz liefert die Volksrepublik China.

Den Nobelpreis für Physik 1955 erhielten die amerikanischen Wissenschaftler Prof. Dr. Willis E. Lamb und Dr. Polykarb Kusch für hervorragende Arbeiten auf dem Gebiet der Quantenmechanik.

16 verschiedene Rundfunkgerätetypen werden in diesem Jahr von der polnischen Rundfunkgeräteindustrie hergestellt. Zu den neun neuentwickelten Typen gehören auch zwei Kofferempfänger. Die Geräte der Vorjahrsserie kommen zum Teil in verbesserter Form auf den Markt.

Die Übertragung von Wetterkarten erfolgt seit kurzer Zeit in den Wetterstationen Hamburg, Essen und München-Riem durch den Bildfunk. In der Sowjetunion, den USA und Kanada wird dieses moderne Verfahren bereits seit längerer Zeit angewendet. Die über den Bildfunk gesendeten Wetterkarten sind nicht nur genauer, sondern sie entlasten die Wetterdienste auch von der mühsamen Zeichenarbeit, so daß mehr Zeit für die Beobachtungen und Prognose zur Verfügung steht.

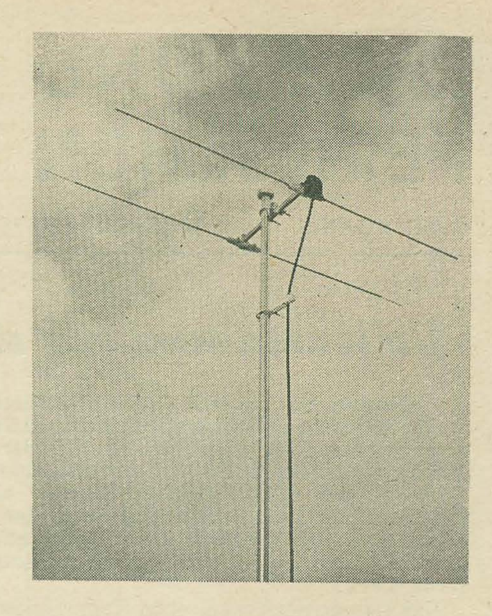
Eine Lötpinzette zum Einlöten von Transistoren und Germaniumdioden hat die westdeutsche Firma Max Funke herausgebracht. Die Zungen zum Halten der Anschlußdrähte sind gefiedert und leiten die beim Löten entstehende Wärme sofort ab. Eine Feststellvorrichtung vermeidet das ständige Zusammendrücken der beiden Pinzettenzungen.

Der stellvertretende Chefredakteur der sowjetischen Fachzeitschrift „Radio", Oskar Grigorjewitsch Elin, verstarb im November vergangenen Jahres im Alter von 47 Jahren. Elin arbeitete bereits seit 1937 in der Redaktion der Zeitschrift „Radio" und war Redaktionsmitglied der „Bibliothek für Funkamateure".

Berichtigung: In dem Beitrag „Die Dimensionierung von elektronischen Gleichspannungskonstanthaltern" [RADIO UND FERNSEHEN Nr. 23 (1955)] muß das auf Seite 710 in der zweiten Zeile der mittleren Spalte angegebene Verhältnis für die Steilheit der Kurven des Diagramms richtig lauten:

$$\frac{\Delta I_a}{I_{amin}\ \Delta U_{gs}}.$$

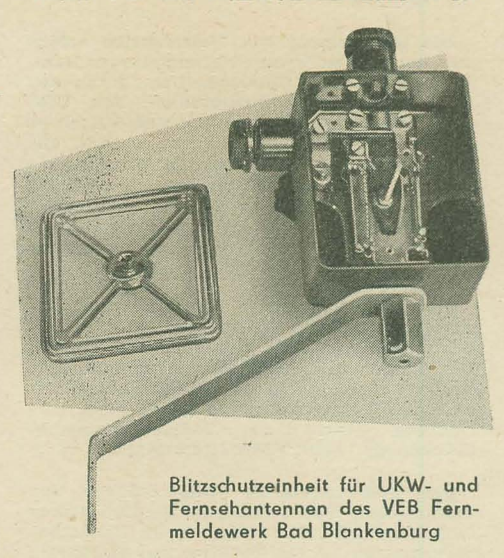
Darf der Hausbesitzer das Anbringen einer Außenantenne untersagen?



Der Rundfunkempfang ist längst zu einem ständigen Bedürfnis unserer Werktätigen geworden. Die Maßnahmen unserer Arbeiter-und-Bauern-Regierung sind deshalb darauf gerichtet, daß dieses Bedürfnis nicht nur befriedigt wird, sondern auch alle Voraussetzungen für einen guten, einwandfreien Empfang gewährleistet sind. Leider gibt es hier einige Schwierigkeiten. Mit der Erweiterung des UKW- und Fernsehrundfunks vermehren sich die unerfreulichen Auseinandersetzungen zwischen Mieter und Vermieter bei der Anlage von Außenantennen. Der folgende Beitrag soll beide Teile prinzipiell über die gegebene Rechtslage informieren. Obwohl die Gerichte heute im allgemeinen zugunsten des Rundfunkhörers entscheiden, sollte vom Ministerium für Justiz eine endgültige Klärung des Antennenrechtes geschaffen werden.

Die immer weiter fortschreitende Entwicklung der Radio- und Fernsehtechnik stellt auch an die Beschaffenheit und an die Montage von Antennen erhöhte Anforderungen. Während für den Empfang durch die bisherigen Geräte in der Regel einfache Zimmerantennen oder ähnliche Einrichtungen genügten, ist für den Fernseh- und UKW-Empfang eine Außenantenne meist unerläßlich. Diese Antennenanlagen dienen, sofern sie auf den Dächern angebracht werden, nicht gerade zur Zierde der Gebäude. Deshalb weigern sich auch die Hauswirte vielfach, Außenantennen auf den Dächern ihrer Häuser anbringen zu lassen. Sie begründen ihre Weigerung auch oft damit, daß hierbei das Dach beschädigt werden würde und daß auch der Blitz leichter einschlagen könne. In diesen Fällen entstehen dann oft zwischen dem Hauswirt und den Mietern unliebsame Streitigkeiten, in die auch der Rundfunkmechaniker mit einbezogen werden kann.

Grundsätzlich muß der Mieter, bevor er sich eine Außenantenne anlegen läßt, die Zustimmung des Hauswirtes einholen. Für den Rundfunkmechaniker ist wichtig, daß er ohne Einwilligung des Hausbesitzers das Dach nicht betreten und an oder auf ihm keine Arbeiten vornehmen darf; denn das würde gegen die Grundsätze unserer Verfassung verstoßen, die ja das Privateigentum schützt. Wesentlich ist jedoch die Frage, ob ein Hauswirt seine Zustimmung zu derartigen Arbeiten verweigern darf. Mit dieser Frage hat sich unter anderem das Kreisgericht Auerbach (Vogtland) in einem Urteil vom 2. August 1955 (B Aktenzeichen C 241/55) befaßt und dabei folgenden Standpunkt eingenommen: „Der Eigentümer eines Hauses ist grundsätzlich verpflichtet, in die Anbringung einer UKW- und Fernsehantenne auf dem Hausdach durch einen Mieter einzuwilligen". Hieraus ergibt sich, daß der Hauswirt seine Zustimmung nicht grundlos verweigern darf. Das Gericht begründet seine Auffassung damit, daß in unserer Deutschen Demokratischen Republik aus dem Eigentum nicht nur Rechte, sondern auch Pflichten erwachsen und der Gebrauch des Eigentums dem Gemeinwohl nicht zuwiderlaufen darf. So hat das Oberste Gericht in mehreren Urteilen festgestellt, daß ein Mietverhältnis sich nicht nur auf die Benutzung der Wohnräume allein beschränkt, sondern sich auch auf die übliche Benutzung der anderen Einrichtungen im Hause erstreckt. Hierzu gehört auch das Anbringen einer Außenantenne auf dem Dach des Hauses. Wichtig und zugleich interessant sind folgende Ausführungen des Gerichtes: „Der Fernseh- und UKW-Empfang ist bei unseren heutigen Einkommens- und Preisverhältnissen kein besonderer Luxus mehr. Das Fernsehen und der UKW-Funk dienen der Befriedigung wichtiger gesellschaftlicher Bedürfnisse auf dem Gebiet der Politik, der Kultur, der Bildung, Unterhaltung usw. Der Hauswirt kann sich nicht diesen, der Erhöhung des Lebensstandards der Werktätigen dienenden Errungenschaften der Technik durch Willkürmaßnahmen entgegenstellen." Der Hauseigentümer kann sich, wenn er seine Einwilligung verweigert, nach Meinung des Gerichtes auch nicht darauf berufen, daß ein UKW-Empfang auch mit einer Zimmerantenne möglich sei. Es ist Tatsache, daß der UKW-Empfang durch eine Außenantenne wesentlich verbessert wird. Der Hauswirt kann dem Mieter diese Möglichkeit der besseren Ausnutzung seines Rundfunkempfängers nicht nehmen, indem er das Anbringen einer Außenantenne untersagt. Nach dem oben angeführten Urteil kann der Hauseigentümer dann dem Anbringen einer Antennenanlage auf dem Hausdach widersprechen, wenn auf Grund der baulichen Beschaffenheit des Daches aus der Montage der Antenne eine erhebliche Gefährdung des Gebäudes erwachsen würde oder wenn der Mieter die Antenne ohne besondere Mehrkosten anderweitig auf dem Grundstück errichten kann.



Blitzschutzeinheit für UKW- und Fernsehantennen des VEB Fernmeldewerk Bad Blankenburg

Es dürften aber Ausnahmefälle sein, daß die bauliche Beschaffenheit eines Hausdaches so schlecht ist, daß eine Antennenanlage das Haus erheblich gefährden würde. Wird dieser Punkt als Ablehnungsgrund angegeben, so muß der Hauswirt es nachweisen. Im Streitfall ist hier zweckmäßig ein Gutachten der Bauaufsichtsbehörde zu beschaffen. Dem Mieter kann aber nicht zugemutet werden, daß er für seine Antennenanlage einen Mast auf dem Grundstück aufstellt, wenn die Montage auf dem Dach möglich ist, und damit vermeidbare Mehrkosten trägt. Der Hauswirt kann seine Zustimmung zur Anbringung auf dem Dach auch nicht damit verweigern, daß dann den übrigen Mietern des Hauses das gleiche Recht zustehe und daß dann durch das Bestehen mehrerer Antennen das Dach oder das Haus gefährdet werden würde. Maßgebend sind in jedem einzelnen Falle die Verhältnisse zur Zeit der Antennenmontage. Auf eventuell später eintretende Verhältnisse kann sich der Hauswirt bei seiner Zustimmungsverweigerung nicht berufen.

Selbstverständlich dürfen das Dach oder sonstige Teile des Hauses durch die Antennenmontage nicht beschädigt werden. Für alle durch die Antennenanlage entstandenen Schäden ist der Mieter dem Hauswirt haftbar und hat sie auf seine Kosten zu beseitigen. Nach den Bestimmungen des BGB ist jedoch in jedem dieser Fälle der Hauswirt dafür beweispflichtig, daß und in welcher Höhe ein Schaden eingetreten ist. Weiter muß von ihm der ursächliche Zusammenhang zwischen dem Antennenbau und dem Schaden nachgewiesen werden.

Grundsätzlich sollten derartige Antennen nur von Fachleuten errichtet und angebracht werden. Wenn diese Arbeiten von dem Besitzer des Empfängers selbst oder von sonstigen Laien vorgenommen werden, dann besteht allerdings die Gefahr, daß das Dach beschädigt wird oder daß sonstige Nachteile (Fehlen eines ordnungsmäßigen Blitzschutzes, nicht genügender und störungsfreier Empfang usw.) eintreten.

Als Fachleute für diese Arbeiten kommen die Kollegen des Elektrohandwerks der Fachgruppe Rundfunkmechanik in Betracht. Diese haben die Pflicht, alle über-

tragenen Arbeiten ordnungsgemäß und nach den anerkannten Vorschriften der Technik und ihres Handwerks vorzunehmen. Es sei besonders darauf verwiesen, daß auch für die Anlage von Antennen im Vorschriftenwerk Deutscher Elektrotechniker (VDE) besondere Bestimmungen bestehen, von denen die folgenden in erster Linie zu beachten sind:

VDE 0855 (Vorschriften für Antennenanlagen) Preis 1,— DM

VDE 0856 (Leitsätze für Gemeinschaftsantennenanlagen) Preis 0,60 DM

VDE 0857 (Leitsätze für die Messung der elektrischen Eigenschaften von Antennenanlagen) Preis 0,40 DM

VDE 0885 (Erläuterungen zu den VDE-Bestimmungen über Antennenanlagen VDE 0855, 0856 und 0857) Preis 0,90 DM

Darüber hinaus bestehen noch für die Funkentstörung, über die praktische Bedeutung und das Messen des Kopplungswiderstandes von Leitungen und Bauteilen für Antennenanlagen, für Störspannungsmeßgeräte usw. besondere VDE-Vorschriften. Die erwähnten VDE-Bestimmungen sind zu den angeführten Preisen durch die Kammer der Technik, Druckschriftenvertrieb, Berlin NW 7, Ebertstraße 27, zu beziehen. Auf Anforderung versendet die Kammer der Technik kostenlos Verzeichnisse der übrigen VDE-Bestimmungen. Alle diese Bestimmungen tragen zwingenden Charakter und sind von den ausführenden Handwerkern unbedingt einzuhalten. Entspricht eine errichtete Anlage nicht diesen Mindestanforderungen, dann ist sie nicht sachgemäß ausgeführt. Die Folge einer solchen mangelhaften Ausführung können Schadenersatzansprüche des Kunden bzw. des Bestellers sein, der dann unter anderem auf Kosten des Herstellers die Anlagen durch einen anderen Fachmann in Ordnung bringen lassen kann. Die erwähnten VDE-Bestimmungen enthalten auch Vorschriften über einen ordnungsmäßigen Blitzschutz. Verstößt der Hersteller gegen diese Bestimmungen und tritt dadurch ein Schaden (Blitzschlag) ein, dann kann er von den Geschädigten (Mieter, Hauswirt) nicht nur zivilrechtlich belangt, sondern darüber hinaus unter Umständen wegen fahrlässiger Brandstiftung auch strafrechtlich zur Verantwortung gezogen werden. Aus all diesen Gründen ist es unerläßlich, daß sich jede Firma oder jeder Handwerker, der Antennenanlagen herstellt oder anbringt, die erwähnten VDE-Bestimmungen beschafft und genau nach ihnen arbeitet. Geschieht dies, dann entfallen auch die Befürchtungen der Hauswirte in bezug auf die Beschädigung ihrer Dächer und die Steigerung der Blitzgefahr.

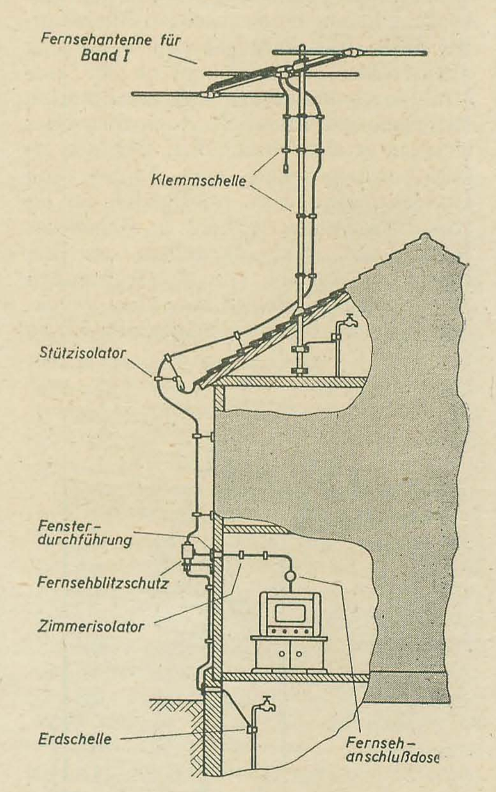
Erwähnt sei noch, daß durch das Vorhandensein von Antennen auf den Dächern der Häuser Werktätige, die auf diesen Dächern zu tun haben, nicht in ihrer Arbeit gehindert oder gefährdet werden dürfen. So bestimmt die für das Schornsteinfegergewerbe maßgebende Arbeitsschutzbestimmung Nr. 336 vom 26. April 1952: „Antennen, Fernsprechleitungen sowie alle spannungführenden Leitungen müssen über Dach so hoch verlegt werden, daß sie sich nicht im Handbereich des Schornsteinfegers befinden. Abspannungen müssen so angebracht sein, daß der Schornsteinfeger mit diesen bei seiner Arbeit nicht in Berührung kommt". Wie alle Arbeitsschutzbestimmungen so trägt auch diese Vorschrift zwingenden Charakter und ist beim Bau von Antennen unbedingt zu beachten. *kl-s.*

Wir baten den Justitiar der HV Funkwesen des Ministeriums für Post- und Fernmeldewesen, Herrn Heinz Cramer, diesen Beitrag zu ergänzen und zu der Frage des Antennenrechts Stellung zu nehmen. Hier seine Ausführungen:

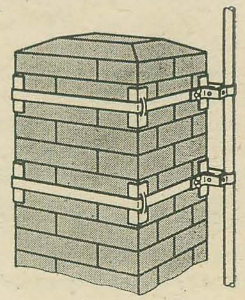
Der Verfasser stellt richtig fest, wie es auch im Urteil des Kreisgerichts Auerbach (Vogtland) vom 2. August 1955 zum Ausdruck kommt, daß der Eigentümer eines Hauses grundsätzlich verpflichtet ist, das Anbringen einer Außenantenne auf dem Hausdach zu gestatten, der Mieter also einen Rechtsanspruch darauf hat, eine UKW-, Fernseh- oder einfache Rundfunkantenne anzubringen. Der Rundfunk ist zum Gemeingut des Volkes geworden.

Die allgemeinen Gesichtspunkte, die für die Anbringung einer Außenantenne sprechen, können aus dem Fernsprechrecht entnommen werden. Die Rechtsprechung bejaht allgemein die Frage, ob der Grundstückseigentümer verpflichtet ist, seinem Mieter die Errichtung eines Fernsprechanschlusses zu gestatten und insbesondere die Hausbesitzererklärung abzugeben, die nach der Fernsprechordnung Bedingung für die Herstellung eines Fernsprechanschlusses ist. Dabei wird davon ausgegangen, daß das Fernsprechwesen eine Verkehrseinrichtung darstellt, die eine dringende Notwendigkeit des Wirtschaftslebens ist und folglich nicht entbehrt werden kann, ganz gleich, ob es sich um den volkseigenen oder privaten Sektor handelt. Die Rechtslage ist bei der Frage der Anbringung von Dachantennen privater Rundfunkanlagen noch günstiger, weil eine besondere Verpflichtungserklärung gegenüber der Deutschen Post oder sonstigen Dritten im Sinne der Hausbesitzererklärung nicht verlangt wird. Das Recht des Mieters auf Anbringung von Antennen auf dem Dache wird vielmehr schon aus dem Mietvertrag hergeleitet, weil auch ohne besondere Erwähnung im Mietvertrag dem Mieter das Benutzen von Außenteilen eines Hauses zugestanden werden muß. Es stünde mit der Verkehrssitte im Widerspruch und würde den Eigentumsbegriff überspannen wenn man durch engherzige Auslegung von Mietverträgen den Mieter von der Teilnahme am Rundfunk ausschalten wollte. Die Auslegung des Eigentumsbegriffes im Sinne der Verfassung der Deutschen Demokratischen Republik spricht dafür, daß der Vermieter einen Anspruch auf Anbringung von Außenantennen hat. Der Vermieter kann diesen Anspruch nicht dadurch entkräften, daß die Antenne eine besondere Gefährdung für das Gebäude mit sich bringt (Blitzgefahr). Es ist ein Irrtum, anzunehmen, daß ein Gebäude deshalb, weil sich auf ihm eine Außenantenne befindet, dem Blitzeinschlag mehr ausgesetzt wäre als ein Gebäude, das eine solche Drahtleitung nicht aufzuweisen hat. Die vorliegenden Erfahrungen mit den Fernsprechdrahtleitungen der Deutschen Post und auch mit Starkstromleitungen, die namentlich auf dem flachen Lande bei vielen Gebäuden an der Außenwand eingeführt sind, beweisen das Gegenteil. Soweit Antennenanlagen vorschriftsmäßig angebracht sind und ordnungsgemäß gehandhabt werden, sind sie keine Blitzgefahr, sondern können technisch als Blitzschutz gelten. Mit vorgeschriebenen Blitzschutzvorrichtungen ausgestattete Antennenanlagen sind keine größere Gefahr als mit Blitzschutzvorrichtungen versehene Fernsprechleitungen, die oberirdisch von einem Dachgestänge in das Haus eingeführt werden. Daher sollte eine Außenantenne grundsätzlich nur vom Fachmann errichtet werden. Das gilt besonders für die Montage von Fernsehantennen, die eine besondere Verankerung auf dem Dache erfordern.

Wegen der sich noch häufig ergebenden Schwierigkeiten zwischen Vermieter und Mieter ist es immer zu empfehlen, wenn bei Abschluß eines Mietvertrages



↑ Beispiel einer vorschriftsmäßigen Fernseheinzelantennenanlage



Zur einfachen und sicheren Befestigung von Antennenmasten an Schornsteinen dient das im Bild skizzierte Schornsteinband des VEB Fernmeldewerk Bad Blankenburg

in diesem ein sogenanntes Antennenrecht vorbehalten wird. Aber selbst wenn dies nicht geschehen ist, muß der Grundstücks- oder Hauseigentümer dem Mieter das Anbringen von Antennenanlagen gestatten. Zu diesem Ergebnis hat sich bereits die Mehrheit der Verfasser bekannt, die sich mit dem Problem des Antennenrechts auseinandergesetzt haben. Die Darstellung des Antennenrechts ist übrigens im Prinzip in ganz Deutschland einheitlich. Zu dieser Einheitlichkeit sollte sich auch die Rechtsprechung bekennen, wobei festgestellt werden kann, daß sich die Mehrzahl der Gerichte in der Vergangenheit für das Antennenrecht ausgesprochen hat.

Dieses Recht darf jedoch nicht umgekehrt werden. Der Mieter ist daher in keinem Falle berechtigt, Antennen auf dem Dache anzubringen, wenn die Zustimmung des Eigentümers nicht vorliegt. Im Weigerungsfalle kann der Mieter nicht zur Selbsthilfe greifen. Er kann sein Recht vielmehr nur im Klagewege vor dem zuständigen Kreisgericht geltend machen.

Dem Recht auf Anbringung einer Antenne entsprechen verschiedene Pflichten, die dem Antenneninhaber mit der Errichtung der Antenne auferlegt werden. Er muß dem Haus- oder Grundstückseigentümer auf Verlangen den Nachweis der ordnungsmäßigen Errichtung erbringen und gegebenenfalls die Antenne auf Verlangen des Eigentümers durch einen Fachmann auf seine Kosten „abnehmen" lassen. Er hat ferner die Antenne stets sachgemäß instand zu halten und so sachgemäß zu benutzen, daß kein Schaden entsteht. Für auftretende Schäden, die durch Mängel der Antenne oder durch fehlerhafte Handhabung entstehen, ist der Mieter dem Eigentümer gegenüber ersatzpflichtig. Der Eigentümer kann die Entfernung der Antenne verlangen, wenn sie nicht ordnungsmäßig angebracht, gehandhabt oder unterhalten wird. Tritt jedoch im Grundstückseigentum ein Wechsel ein, so ändert dies nichts am Antennenrecht. Die vom Grundstückseigentümer gegebene Zustimmung zum Anbringen der Antenne wirkt auch gegenüber dessen Rechtsnachfolger. Desgleichen kann die einmal abgegebene Zustimmungserklärung zur Anbringung der Antenne nicht nachträglich widerrufen werden.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß der Grundstückseigentümer aus der Zustimmung zur Anbringung von Antennen vom Mieter nicht verlangen kann, daß dieser eine Feuerversicherung abschließt. Auch berechtigt die Zustimmung nicht, einen höheren Mietzins zu fordern.

Es ist nur zu wünschen, daß sich die Streitigkeiten zwischen Vermietern und Mietern bei der Anbringung von Außenantennen mindern und daß sich die Rechtsprechung in diesen Fragen zu einer einheitlichen Auffassung bekennt. In unserem Arbeiter-und-Bauern-Staat darf es über den Zweck des Rundfunks, auch des UKW- und Fernsehrundfunks, keine falschen Vorstellungen geben. Die staatsbürgerliche Pflicht zur Teilnahme am gesellschaftlichen Leben spricht für das Antennenrecht. Davon sollte bei der Beurteilung von Streitfällen ausgegangen werden.

Neuzeitliche Sendeantennen der UKW-Technik

Sendeantennen haben die Aufgabe, die von einem Sender erzeugte Hochfrequenzleistung in einem gewünschten Raumwinkel nach einer vorgegebenen Verteilung abzustrahlen. Je nachdem, ob die Ausstrahlung gebündelt in einer bestimmten Richtung oder innerhalb eines mehr oder weniger großen räumlichen Sektors erfolgt, unterscheidet man Richt- und Rundstrahlantennen. Im Bereich der ultrakurzen Wellen, das heißt im Gebiet der Meter- und Dezimeterwellen, erweisen sich zum Aufbau von Sendeantennen Antenneneinheitsfelder besonders zweckmäßig, deren Strahlungseigenschaften so bemessen werden, daß aus diesen Bauelementen sowohl Richtfelder mit hohem Leistungsgewinn als auch Rundstrahlantennen und Antennen mit beliebigen, den jeweiligen Erfordernissen angepaßten Strahlungseigenschaften zusammengebaut werden können. Für Rundstrahlantennen kommen neben verschiedenen Ausführungen von Ringstrahlantennen auch Drehfeldantennen und Schlitzantennen zum Einsatz. Im folgenden wird ein kurzer Überblick über einige technisch wichtige Sendeantennen der UKW- und Fernsehtechnik gegeben und dabei besonders auf Antennen mit Ganzwellendipolen, die aus Einheitsfeldern aufgebaut sind, und auf Rohrschlitz- und Schmetterlingsantennen eingegangen.

Bild 1: Dipolantenneneinheitsfeld

Aufbau von Sendeantennen aus Einheitsfeldern

Das Antenneneinheitsfeld (Bild 1) besteht aus vier in einer Ebene angeordneter, einander paralleler Ganzwellendipole, die gleichphasig über symmetrische Zuleitungen gespeist werden. Diese Dipole haben eine wesentlich flachere Resonanzkurve als stromgespeiste Halbwellendipole. Als Reflektor dient ein ebener Flächenreflektor, der aus einer Anzahl von Stäben besteht, die parallel zu den Dipolen liegen und deren Abstände voneinander kleiner als 10% der mittleren Wellenlänge sind. Um gute Breitbandeigenschaften zu erzielen, müssen verhältnismäßig dicke Dipole verwendet werden, deren Schlankheitsgrad, das ist das Verhältnis Länge zu Durchmesser, etwa 20 ist. Gespeist wird das Feld über einen Symmetriertopf, dessen Eingangswiderstand an 60 Ω angepaßt ist. Dipol und Reflektor sind jeweils in der Mitte im Spannungsknoten mit ihrem gemeinsamen Halterohr verschweißt. Das besondere Kennzeichen des Einheitsfeldes ist die Konstanz der Eingangsimpedanz, die durch die Strahlungskopplung der Dipole untereinander bedingt ist. Über 40% Bandbreite ist die Fehlanpassung nur etwa 1 : 0,90. In diesem Bereich ändert sich das Strahlungsdiagramm nur wenig. Für den Bereich 41 bis 68 MHz ist im Bild 2 das Vertikaldiagramm (Dipole sind senkrecht zur Diagrammebene), im Bild 3 das Horizontaldiagramm (Dipole liegen in der Diagrammebene) eines bzw. zweier Einheitsfelder dargestellt. Der Gewinn des Einheitsfeldes mit Reflektor gegenüber einem Halbwellendipol ohne Reflektor beträgt in der Hauptstrahlrichtung G = 17. Zum Verstärken der Bündelung bzw. Erhöhen des Gewinns lassen sich mehrere Einheitsfelder zusammensetzen, die entweder vertikal übereinander oder horizontal nebeneinander angeordnet wer-

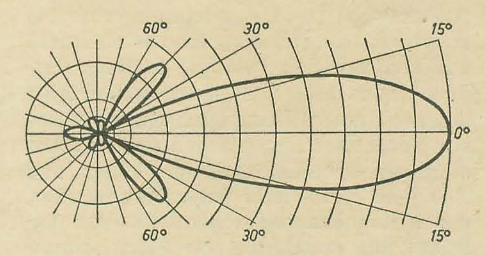


Bild 2: Vertikaldiagramm eines Einheitsfeldes

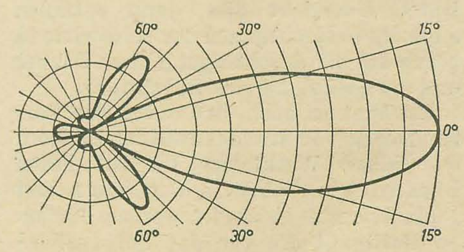


Bild 3: Horizontaldiagramm zweier nebeneinander angeordneter Einheitsfelder

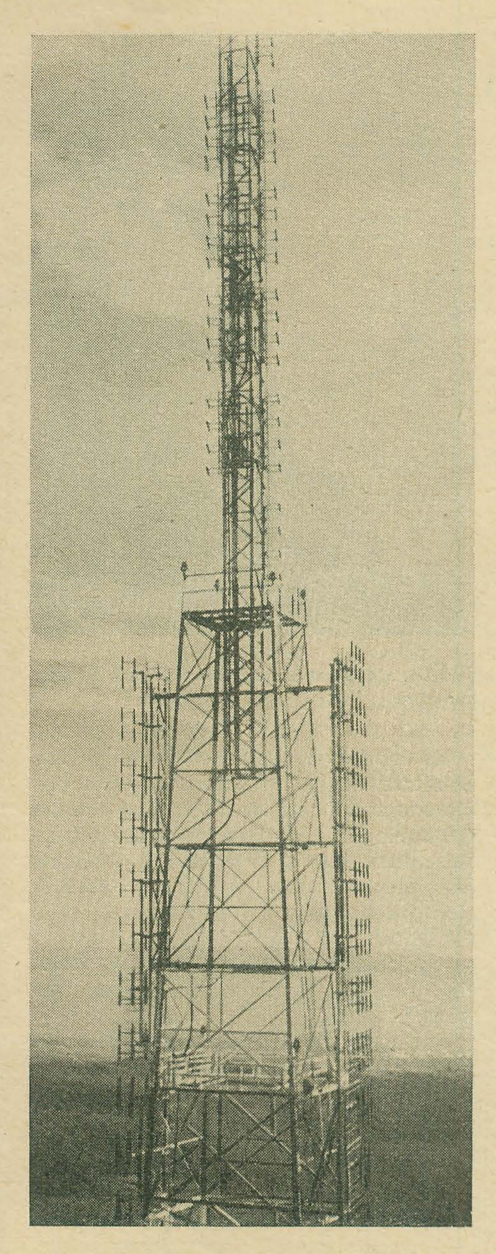
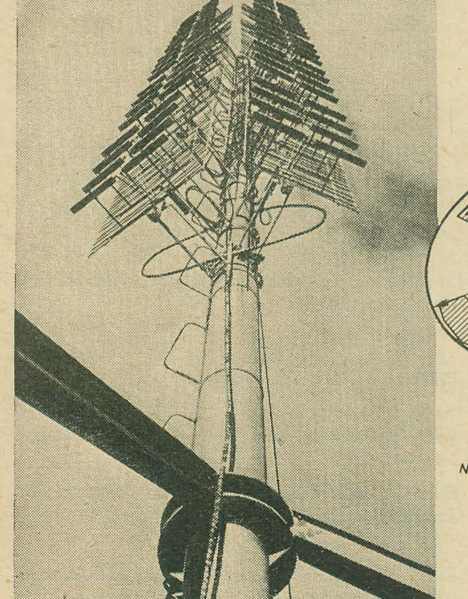


Bild 4: Antennenturm mit Dipoleinheitsfeldern der Fernsehrichtfunkstrecke Mailand—Rom



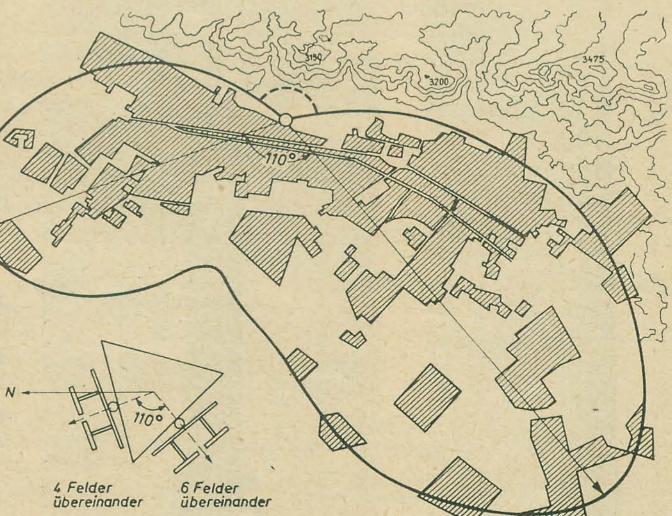
den können. Bild 4 zeigt die Ausführung einer derartigen Richtfunkantenne.

Ein besonderer Vorteil des Antennenaufbaus aus Einheitsfeldern besteht darin, daß durch geeignete räumliche Anordnung der Einheitsfelder und Speisung der Felder mit verschiedenen Strömen und verschiedener Phase sehr verschiedenartige Strahlungsdiagramme verwirklicht werden können. Dadurch ist es möglich, die Strahlungseigenschaft der Antenne dem jeweiligen Versorgungsgebiet anzupassen, dessen Form durch die Besiedlung oder durch natürliche Begrenzungen bedingt ist. Als Beispiel zeigt Bild 6 das Strahlungsdiagramm der aus Einheitsfeldern aufgebauten Fernsehsendeantenne in Bogotá, Kolumbien (Bild 5). Die Einheitsfelder sind auf einem Rohrmast montiert und so berechnet und aufgebaut, daß in der Stadt Bogotá und in einem großen Teil ihrer Umgebung das Programm des Fernsehsenders einwandfrei empfangen werden kann.

Aus dem Einheitsfeld von Bild 1 entsteht ein neues Antennenbauelement, wenn man die Reflektoren fortläßt und die Ganzwellendipole an der Speisestelle um 90° abwinkelt und so anordnet, daß zwei Ganzwellendipole ein Quadrat bilden (Bild 9). Die Einspeisung dieses Strahlerkranzes erfolgt über die Doppelleitungen 5 und 6 an zwei gegenüberliegenden Ecken des Quadrates. Auf diese Weise ergibt die Baueinheit der Richtantenne aus vier Ganzwellendipolen zwei übereinanderliegende Strahlerkränze von um 90° geknickten Ganzwellendipolen (Bild 8). Der vertikale Abstand der beiden Kränze beträgt etwa $^3/_4$ der mittleren Wellenlänge. Der obere Kranz mit den Strahlern 1 bis 4 und der untere mit den Strahlern 1' bis 4' werden über die ungeschirmten Doppelleitungen 5 und 6 bzw. 5' und 6' gespeist, die an die geschirmte Doppelleitung 7 angeschlossen sind. Die Zuleitung zu diesem System erfolgt über den Symmetrietopf 8, der den Anschluß eines konzentrischen Kabels an den Antennenquader ermöglicht.

Bild 5: Fernsehsendeantenne in Bogotá (Kolumbien)

Bild 6: Horizontaldiagramm der Fernsehantenne in Bogotá (Kolumbien) ↓



Als Beispiel für eine aus drei Doppelquadern bestehende „Würfelantenne" zeigt Bild 7 die UKW-Rundfunkantenne des Senders in Langenberg. Das vertikale Feldstärkediagramm hat eine Halbwertsbreite von 6° (Bild 10), während das hori-

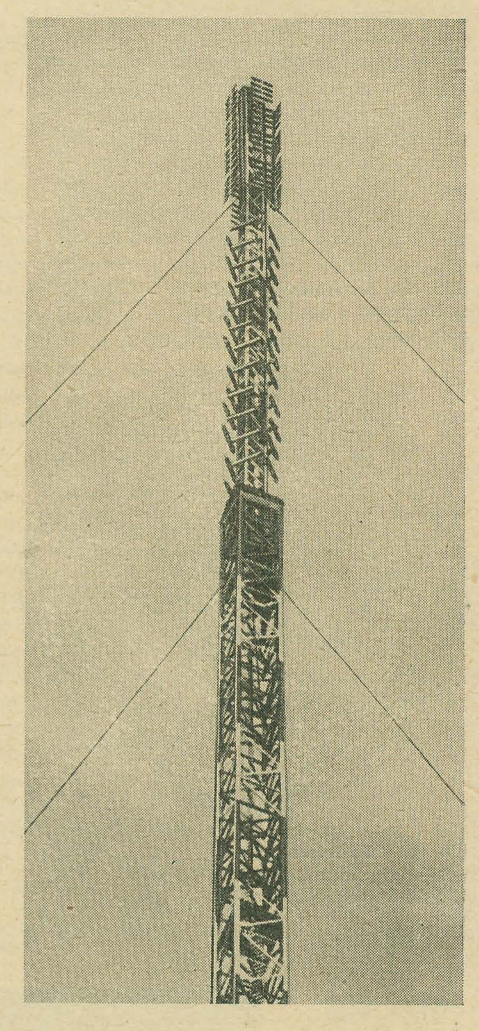


Bild 7: Sendeturm mit Würfelantenne des UKW-Senders Langenberg

Bild 8: Schematisch dargestellter Antennenquader →

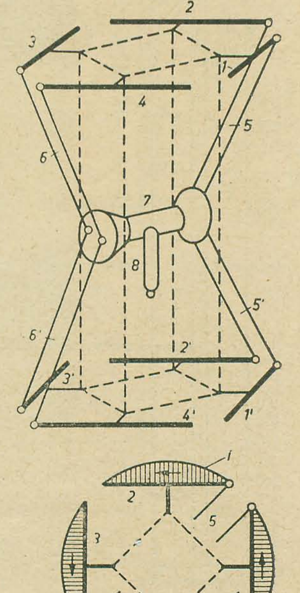


Bild 9: Strahlerkranz aus zwei geknickten Ganzwellendipolen

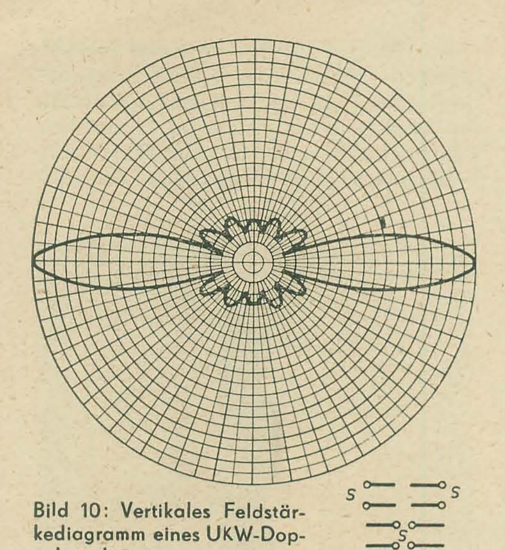


Bild 10: Vertikales Feldstärkediagramm eines UKW-Doppelquaders

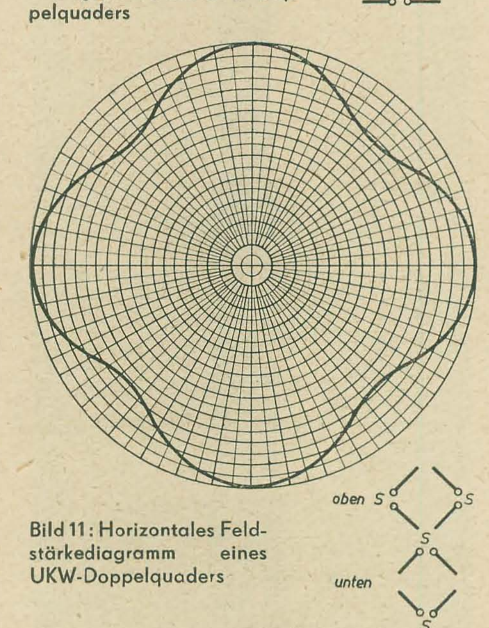


Bild 11: Horizontales Feldstärkediagramm eines UKW-Doppelquaders

zontale Feldstärkediagramm Rundstrahlcharakter hat (Bild 11). Der Leistungsgewinn gegenüber einem Halbwellendipol ist etwa G = 12. Die Fehlanpassung dieser Richtantenne ist im ganzen Frequenzbereich zwischen 87 und 100 MHz kleiner als 1,25.

Zylinderantennen

Die Zylinderantenne (Rohrschlitzantenne, Schlitzantenne oder Schlitzstrahler) besteht aus einem oder mehreren parallel zur Längsachse geschlitzten Stahlzylindern, die einen Umfang von einer halben Wellenlänge haben (Bild 12) In der Mitte des Schlitzes wird jeweils die Speiseleitung angeschlossen, wobei der Innenleiter der Rohrleitung mit der einen Schlitzkante, der Außenleiter mit der gegenüberliegenden Kante verbunden wird. Das obere und untere Ende der Schlitze ist kurzgeschlossen. Die Hochfrequenzenergie breitet sich einerseits längs der Kanten bis zu den Zylinderenden aus, wobei sie reflektiert wird; andererseits wird der Strom zum größten Teil in horizontalen Schleifen um den Zylinder herum fließen, weil der Scheinwiderstand eines Weges um den Zylinderumfang klein ist. Die Abstrahlung erfolgt von der Außenseite des Zylinders, dagegen nicht vom Schlitz, der lediglich das Dielektrikum einer Leitung bildet, durch welche die Zylinderelemente gespeist werden, aus denen man sich das Rohr zusammengesetzt denken muß. Durch die sich ergebende Stromverteilung entsteht ein annähernd kreisförmiges Horizontaldiagramm, wobei gleichzeitig die Strahlung in der Vertikalen eine Bündelung erfährt. Durch Aufeinandersetzen mehrerer Schlitze läßt sich die Bündelung in der Vertikalen verstärken.

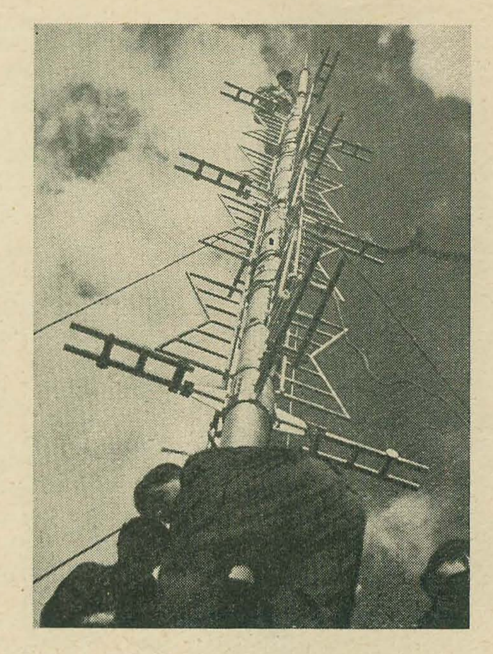
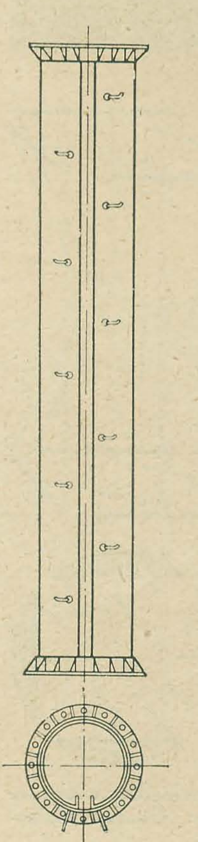
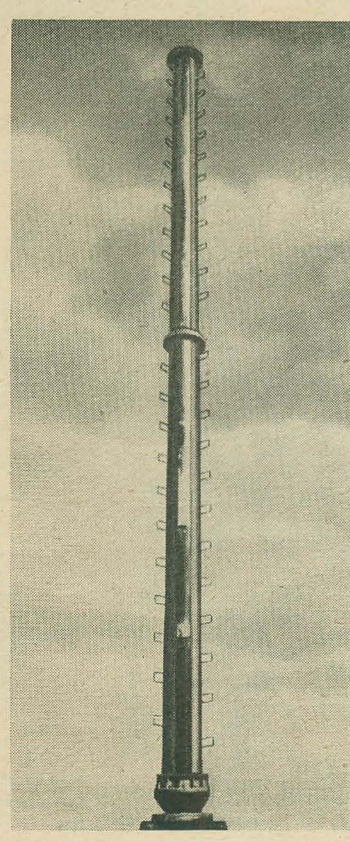


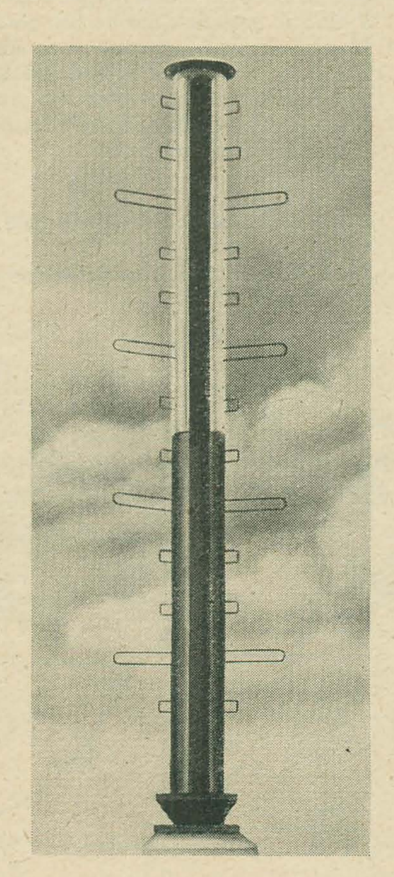
Bild 15: UKW-Sendeantenne auf dem Berliner Funkturm

Es gibt verschiedene Formen von Schlitzantennen. Durch Vergrößerung dieser Antenne auf einen Umfang von der Größe einer Wellenlänge entsteht die Doppelschlitzantenne. Werden aus Gründen der mechanischen Stabilität größere Rohrdurchmesser erforderlich, so muß die Anzahl der Schlitze auf dem Umfang entsprechend vergrößert werden, wenn ein rundes Horizontaldiagramm gewünscht wird.

Für den UKW-Bereich von 87,5 bis 100 MHz (Band II) zeigt Bild 13 eine Einschlitzantenne mit zwei Elementen. Um mit einer solchen Rundstrahlantenne eine Richtstrahlung zu bewirken, werden auf







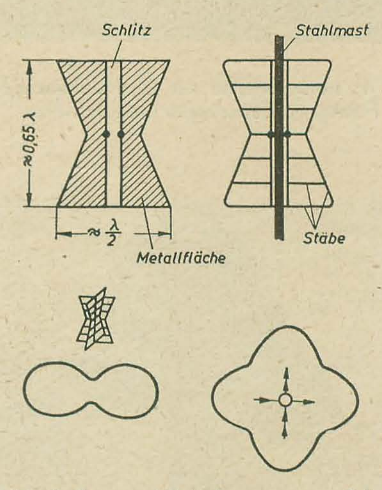


Bild 16: Aufbau und Richtdiagramm von Schmetterlingsantennen

Bilder von links nach rechts:

Bild 12: Aufbau einer UKW-Rohrschlitzantenne

Bild 13: UKW-Rohrschlitzantenne mit zwei Elementen

Bild 14: UKW-Rohrschlitzantenne mit Sekundärstrahlern zur Erzielung von Richtstrahlung

dem Umfang des Rohres zusätzlich Strahlerelemente angebracht. Diese werden von dem auf der Rohroberfläche fließenden Strom angeregt, bedürfen also keiner besonderen Speiseeinrichtung, Bild 14 zeigt die Ausführung einer solchen Antenne.

Schmetterlingsantennen

Eine der Rohrschlitzantennen in der Wirkungsweise artverwandte UKW-Sendeantenne ist die Schmetterlingsantenne (Bild 16). Diese weist die Konturen eines Schmetterlings auf und ist mit einem Längsschlitz versehen, dessen gegenüberliegende Kanten mit Hochfrequenz gespeist werden. Gewöhnlich besteht das Strahlerelement aus keiner Vollmetallfläche, sondern ist im Hinblick auf einen verringerten Windwiderstand aus Metallrohren ausgeführt. Dabei stellt der Schlitz nur das Dielektrikum einer die einzelnen Horizontalstrahler anspeisenden beiderseits kurzgeschlossenen Paralleldrahtleitung dar, die durch die Speisestelle in zwei parallel geschaltete Hälften aufgeteilt ist. Da die Paralleldrahtleitung an beiden Enden kurzgeschlossen ist, läßt sie sich unmittelbar mit dem tragenden Stahlmast verbinden, der in der neutralen Linie der Paralleldrahtleitung angeordnet ist.

Schmetterlingsantennen zeichnen sich durch die Konstanz des Eingangswiderstandes aus, wodurch eine besonders breitbandige Anpassung bei sehr geringer Welligkeit erzielt wird. Bild 15 zeigt die Kombination einer Vierfachschmetterlingsantenne für Fernsehen und einer Dreifachquadratantenne für UKW-Rundfunk auf dem Berliner Funkturm.

H. G. W.

Literatur

Berndt, W.: Die Sendeantenne für den UKW-Rundfunk. Telefunken-Zeitung 90 (1951) 6.

Berndt, W.: Kombinierte Sendeantennen für Fernseh- und UKW-Rundfunk. Telefunken-Zeitung 96 (1952) 158, 101 (1953) 268.

Crone, W.: Rundfunksendeantennen. SEG Nachr. 3 (1955) 131.

Körner, H. u. Kristkoiz, K. H.: Eine UKW-Breitbandantenne für hohe Leistungen und hohen Gewinn. Entw. Ber. Siemens & Halske AG, 17. Jahrg., Sept. 1954, S. 199.

Laaf, O.: Antennen des UKW-Bereiches. ETZ-A, 1 (1954) 2.

Stöhr, W.: Neuzeitliche Richt- und Rundstrahlantennen. Entw. Ber. Siemens & Halske AG, 16. Jahrg. 1953, S. 385.

Stöhr, W.: Antennen für UKW-Rundfunk und Fernsehen. Entw. Ber. Siemens & Halske AG, 17. Jahrg. 1954, S. 345.

Speisung von Mehrebenenantennen und Dimensionierungshinweise für Weitempfangsantennen des UKW- und Fernsehgebietes

Ein einwandfreier Empfang entfernt liegender UKW- und Fernsehsender, deren Feldstärke am Empfangsort zu gering ist, kann nur durch Steigerung des Antennengewinns ermöglicht werden.

Die Erhöhung des Antennengewinns läßt sich einmal in der Weise erreichen, daß Yagiantennen verwendet werden, die eine erhebliche Anzahl von Direktoren aufweisen, welche mit dem Hauptdipol strahlungsgekoppelt sind, zum anderen dadurch, daß mehrere Dipole in der Vertikalebene angeordnet werden. Diese müssen jedoch in einer solchen Weise durch Speiseleitungen zusammengeschaltet werden, daß sich eine gleichphasige Speisung der Antennenebenen ergibt. Das ist erforderlich, damit sich ein brauchbares Antennendiagramm ergibt. Bei ungleichphasiger Speisung würden sonst die sogenannten Nebenzipfel (vgl. Bild 6) hochschießen bzw. das Hauptdiagramm „schielen". Gleichzeitig ergibt sich durch die vertikale Staffelung eine Bündelung in der vertikalen Ebene, so daß Störungen, die von unten auf die Antenne auftreffen und vornehmlich von den Zündfunkenstörungen der Kraftfahrzeugmotoren herrühren, in wesentlich geringerem Maße in Erscheinung treten.

Antennengewinn und Eingangswiderstand

Zunächst soll untersucht werden, bei welchen Elementabständen ein maximaler Leistungsgewinn zu erzielen ist. Der theoretische Antennengewinn zweier in der Vertikalebene gestaffelter Halbwellendipole ist in Abhängigkeit vom Elementabstand im Bild 1 angegeben. Wie daraus zu entnehmen ist, stellt sich bei einem Abstand von 0,63 λ ein maximaler Antennengewinn ein. In der Praxis werden jedoch Abstände von 0,5 λ bis 0,8 λ angewendet, um einfache Speisungsmöglichkeiten der einzelnen Ebenen zu erhalten.

Durch die parallele Anordnung der Dipole in der Vertikalebene bedingt, tritt ebenfalls eine gegenseitige Beeinflussung der Dipole (Strahlungskopplung) ein, die sich in der Verringerung des Eingangswiderstandes bemerkbar macht. Bei dem Optimalabstand von 0,63 λ ist die Kopplung der Dipole am größten, so daß der Eingangswiderstand, bedingt durch die Strahlungskopplung, einen Minimalwert erreicht. Die Abhängigkeit des Eingangswiderstandes vom Vertikalabstand der Dipole geht aus Bild 2 hervor. Die Werte gelten für den gestreckten Halbwellendipol; wendet man den Schleifendipol an, so müssen die Werte mit dem Faktor 4 multipliziert werden.

Der Ganzwellendipol weist ein entgegengesetztes Verhalten auf, da man einen im Spannungsbauch gespeisten Ganzwellendipol als Parallelresonanzkreis auffassen kann. Hier wird daher der Eingangswiderstand prozentual um den gleichen Betrag größer, um den er sich beim Halbwellendipol verringert. Letzterer verhält sich wie ein Serienresonanzkreis.

Der Eingangswiderstand des Ganzwellendipols ist von vornherein wesentlich größer als der des Halbwellendipols. Er beträgt bei den üblichen Dipoldurchmessern etwa 1100 Ω. Außerdem ist er sehr stark vom Verhältnis des Dipoldurchmessers zur Wellenlänge (auch Schlankheitsgrad genannt) abhängig. Mit sehr dicken Dipolen lassen sich Werte von 400 Ω, mit sehr dünnen Dipolen Werte von 2000 Ω erreichen.

Speisung von Mehrebenenantennen

Bei der Speisung der einzelnen Ebenen muß man die Tatsache berücksichtigen,

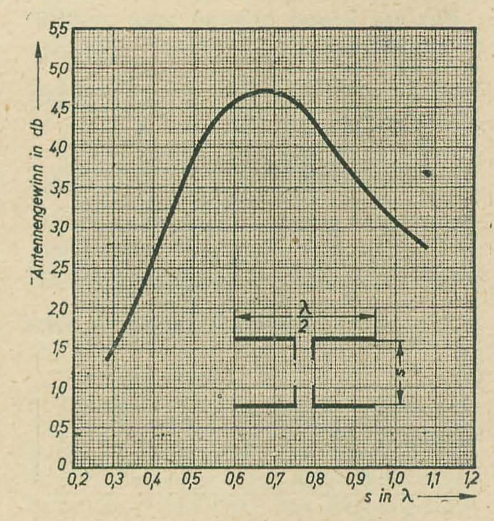


Bild 1: Theoretischer Antennengewinn von zwei vertikal gestaffelten und gleichphasig gespeisten Halbwellendipolen in Abhängigkeit vom Elementabstand s

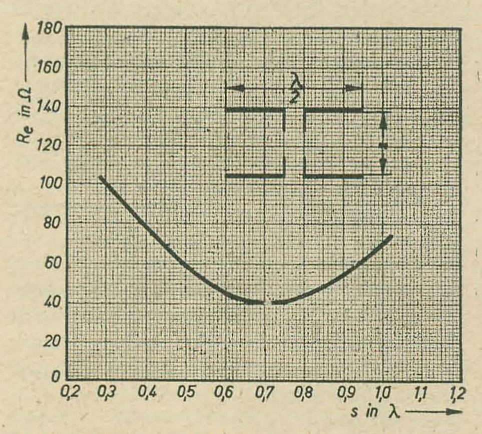


Bild 2: Eingangswiderstand R_e eines Halbwellendipols bei vertikaler Staffelung und gleichphasiger Speisung in Abhängigkeit vom Elementabstand s

daß in der Speiseleitung eine Phasendrehung auftritt. Ausgedrückt wird die Phasendrehung durch das Phasenmaß:

$$a = \frac{2\pi l}{\lambda} \sqrt{\varepsilon} = \alpha\, l \qquad (1)$$

In Gleichung (1) ist λ die Betriebswellenlänge, l die Leitungslänge und α die Phasenkonstante. Durch die Phasenkonstante wird die Phasendrehung von I und U entlang der Leitung je Längeneinheit l ausgedrückt.

Es gilt:

$$\alpha = \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\varepsilon} = \frac{360^\circ}{\alpha} \sqrt{\varepsilon} \qquad (2)$$

ε ist die Dielektrizitätskonstante des Isoliermaterials zwischen den beiden Leitern der Speiseleitung.

In den Gleichungen (1) und (2) wird durch den Faktor $\sqrt{\varepsilon}$ berücksichtigt, daß sich im Falle einer Speiseleitung mit Dielektrikum die Leitungswellenlänge λ_ε gegenüber der Freiraumwellenlänge λ verringert, da die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen in einem Dielektrikum kleiner ist als im freien Raum.

Es ist daher:

$$\lambda_\varepsilon = \frac{\lambda}{\sqrt{\varepsilon}}. \qquad (3)$$

Für die Praxis arbeitet man vorteilhafter mit einem Verkürzungsfaktor:

$$q = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}}, \qquad (4)$$

so daß sich ergibt:

$$\lambda_\varepsilon = q \cdot \lambda. \qquad (5)$$

Für die üblichen Isoliermaterialien sind ε und q in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1

	ε	q
Oppanol	2,5	0,63
Lupolén	2	0,71
Frequenta	5	0,445

Grundsätzliche Speisungsmöglichkeiten von Mehrebenenantennen sind aus Bild 3a, b, c ersichtlich. Man unterscheidet zwischen einer breitbandigen (Bild 3b und 3c) und einer schmalbandigen Speisung (Bild 3a) der einzelnen Dipolebenen. Bei der Breitbandspeisung ergibt sich unabhängig von der Frequenz Gleichheit von Phase und Amplitude in allen Antennenelementen, da hier die Speiseleitung von jedem Strahler bis zum gemeinsamen Verbindungspunkt gleich lang ist. Für die Praxis des Antennenbaues im UKW- und Fernsehgebiet haben sich die im Bild 3b und 3c dargestellten Speisungsarten als zweckmäßig erwiesen. Die Ausführung nach Bild 3c ist noch breitbandiger als nach 3b, vorausgesetzt, daß keine schmalbandigen Anpaßglieder die Bandbreite einengen.

Die Speisungsart nach Bild 3b wird vorzugsweise bei spannungsgespeisten, daher hochohmigen Ganzwellendipolen angewendet. Der Abstand der Ebenen beträgt 0,5 λ, so daß die Speiseleitung überkreuzt werden muß, um die Forderung nach gleichphasiger Speisung zu erfüllen. Die Speiseleitung zwischen der oberen und der unteren Dipolgruppe wird nicht mehr gekreuzt, da jede $\lambda/4$-Leitung eine Phasendrehung von 90° bis zum gemeinsamen Fußpunkt aufweist. Diese $\lambda/4$-Leitung besitzt jedoch Transformationseigenschaften, so daß hiermit die Anpassung an die Speiseleitung erfolgen kann.

Den Wellenwiderstand der Transformationsleitung ermittelt man nach der Gleichung

$$Z_{Tr} = \sqrt{R_e \cdot R_a}, \qquad (6)$$

wobei für R_e in diesem speziellen Fall der Eingangswiderstand R_e der oberen bzw. unteren Dipolgruppe im Anschlußpunkt der $\lambda/4$-Leitung einzusetzen ist. Die Transformation muß nunmehr auf einen Wert $R_a = 2\, Z_0$ erfolgen, damit sich infolge der Parallelschaltung von R_a der oberen und unteren $\lambda/4$-Leitung der Widerstand im Speisepunkt mit Z_0 ergibt. Z_0 ist der Wellenwiderstand der verwendeten Ableitung.

Von der Speisungsmöglichkeit nach Bild 3c wird man dann Gebrauch machen, wenn möglichst gute Breitbandeigenschaften erzielt werden sollen. Wählt man den Abstand der einzelnen Etagen beispielsweise mit 0,63 λ, so kann man zweckmäßig eine niederohmige Speiseleitung in Form eines geschirmten symmetrischen Kabels verwenden, das einen Verkürzungsfaktor q von 0,63 aufweist.

In diesem Fall sind die Speiseleitungen elektrisch $\lambda/2$ bzw. λ lang, so daß eine Überkreuzung der Leitung nicht vorgenommen werden darf. Eine Transformation des Eingangswiderstandes findet bei einer $\lambda/2$- bzw. einer λ-Leitung nicht statt und der Eingangswiderstand des Dipoles tritt im Abstand von $\lambda/2$ bzw. λ in gleicher Größe in Erscheinung.

Es muß jedoch bei der Speisung in jedem Fall die Parallelschaltung der Eingangswiderstände der einzelnen Etagen berücksichtigt werden.

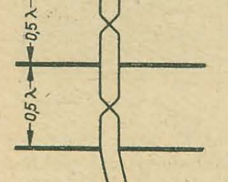
Gesichtspunkte bei Auswahl einer Antennenanordnung

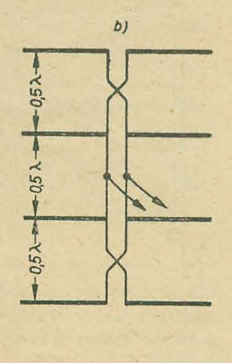
Bei der Planung einer UKW- oder FS-Weitempfangsantenne ist zunächst zu untersuchen, wieviel Sender überhaupt empfangen werden sollen. Danach richtet sich die Auswahl der Antenne hinsichtlich der Bandbreite. Kommt für Fernempfang lediglich ein Sender in Frage, so lohnt es sich nicht, eine breitbandige Anordnung aufzubauen, die naturgemäß mehr Aufwand erfordert. Zweitens ist, vor allem bei Fernsehantennen, zu unterscheiden, ob starke Störeinstrahlung bzw. starke Reflexionen der Empfangswelle vorliegen. Diese führen, bedingt durch die Laufzeitunterschiede zwischen der direkten und der reflektierten Welle, zu Mehrfachbildern, sogenannten „Geistern“, auf dem Bildschirm. Ist eine starke Einstrahlung von Störungen von unten auf die Antenne durch Zündfunken der Kraftfahrzeuge zu erwarten, so wird man eine mehrfach gestockte Antenne der Einebenenantenne vorziehen.

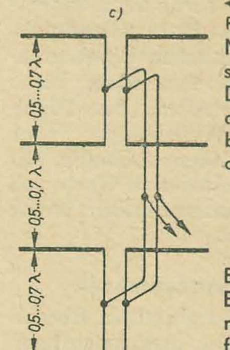
Hinweise für den Bau einer Breitbandweitempfangsantenne

Eine Breitbandantenne, die für das Fernsehband III Verwendung finden kann, eine Bandbreite von etwa 40 MHz besitzt und auch im UKW-Tonrundfunkgebiet noch guten Empfang gewährleistet, kann in Form einer 4-Ebenen-Antenne ausgeführt werden. Infolge seines großen Eingangswiderstandes eignet sich der im Spannungsbauch gespeiste Ganzwellendipol mit Reflektor besonders gut als Bauelement. Im Bild 4 ist diese Antenne dargestellt.

Die geometrische Länge des in sich abgestimmten Ganzwellendipols bei einer Mittenfrequenz von 200 MHz und bei Verwendung eines Dipolmaterials von 10 mm Durchmesser beträgt 135 cm, die Länge des Resonanzreflektors 146 cm. Im







← Bild 3: Grundsätzliche Möglichkeiten der Speisung von gestaffelten Dipolen:
a) Schmalbandspeisung
b) Breitbandspeisung
c) Breitbandspeisung

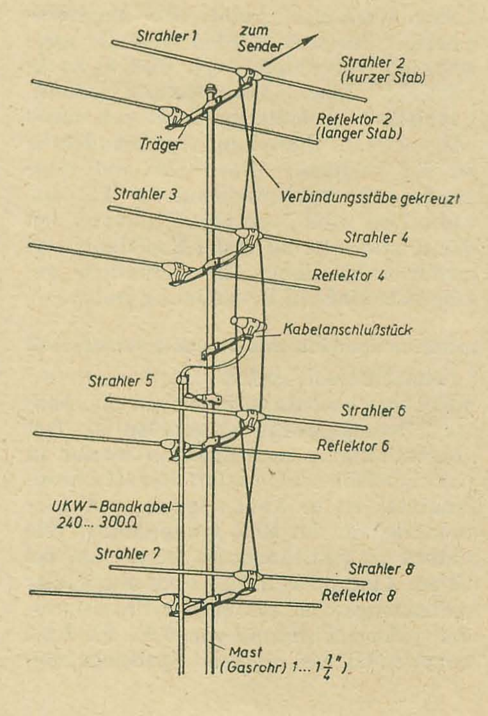


Bild 4: 4-Ebenen-16-Elementbreitbandantenne für Fernsehweitempfang im Band III →

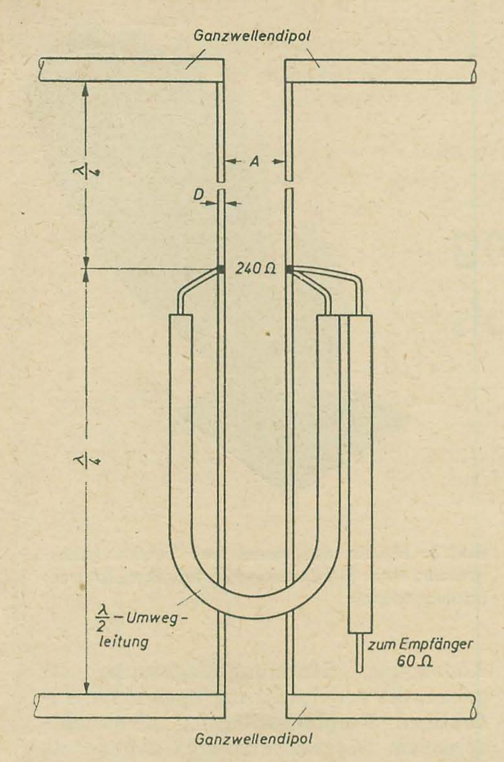
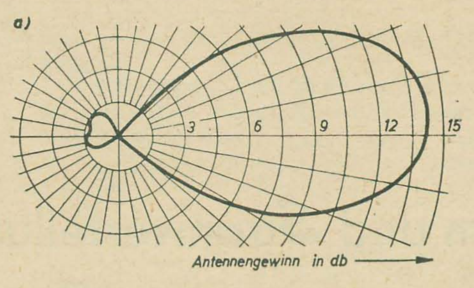


Bild 5: Übergang von einem symmetrischen 240-Ω-Ausgang auf ein unsymmetrisches 60-Ω-Koaxialkabel unter Verwendung einer λ/2-Umwegleitung mit einem Transformationsverhältnis 1 : 4

UKW-Tonrundfunkband wirkt diese Ausführung als Halbwellendipol, wodurch ebenfalls noch ein guter UKW-Empfang erzielt wird. Der Abstand der einzelnen Ebenen wird in diesem Fall mit 0,5 λ gewählt, so daß sich eine einfache Speisungsmöglichkeit ergibt. Die Verbindung der Antennenebenen geschieht über gekreuzte hochohmige Speiseleitungen.

Der Eingangswiderstand des Ganzwellendipols ergibt sich bei Parallelschaltung eines strahlungsgekoppelten Reflektors mit etwa 1500 Ω. Da beide Ebenen gleichphasig gespeist werden, wirkt im vorliegenden Fall ein resultierender Eingangswiderstand von 1500/2 = 750 Ω für jede Gruppe. Die beiden äußeren Gruppen werden über eine hochohmige λ/4-Transformationsleitung zusammengeschaltet, die gleichzeitig für die Anpassung auf das 240-Ω-Ableitungskabel sorgt. Die Größe des Transformators errechnet sich nach Gleichung (6) mit etwa 600 Ω und engt daher die Bandbreite nicht wesentlich ein. Da eine symmetrische Zweidrahtleitung mit dem Leiterdurchmesser D verwendet wird, ergibt sich ein Leitermittenabstand A von etwa 70 D (vgl. Bild 5). Als Ableitungskabel muß selbstverständlich eine abgeschirmte Ausführung verwendet werden, damit Störeinstrahlungen auf die Ableitung mit Sicherheit vermieden werden. Steht kein 240-Ω-Kabel, sondern nur ein 60- oder 70-Ω-Koaxialkabel zur Verfügung, so wird in diesem Fall das Kabel über eine λ/2-Umwegleitung angeschlossen. Bild 5 zeigt die praktische Ausführung. Die Länge der Umwegleitung muß elektrisch λ/2 betragen; es muß daher stets der Verkürzungsfaktor des Kabels in Rechnung gesetzt werden. Die λ/2-Umwegleitung transformiert den Eingangswiderstand der Antenne im Verhältnis 4 : 1 bei gleichzeitiger Symmetrierung von der erdsymmetrischen Dipolantenne auf das erdunsymmetrische konzentrische Ableitungskabel.



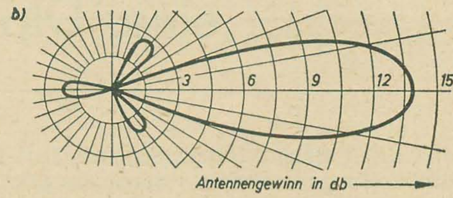


Bild 6: Horizontales und vertikales Richtdiagramm einer 4-Ebenen-16-Elementbreitbandantenne für Fernsehband III

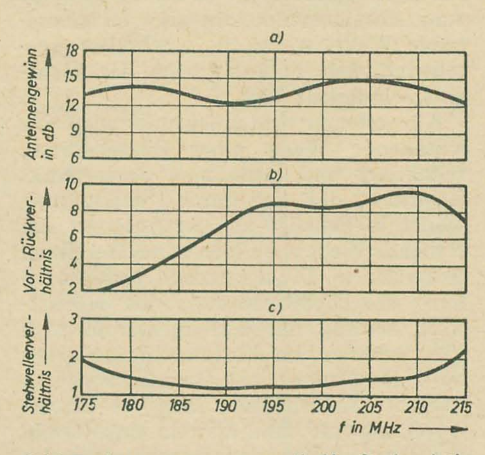


Bild 7: Antennengewinn in db, Vor-Rückverhältnis und Stehwellenverhältnis einer 4-Ebenen-16-Elementbreitbandantenne für Fernsehband III

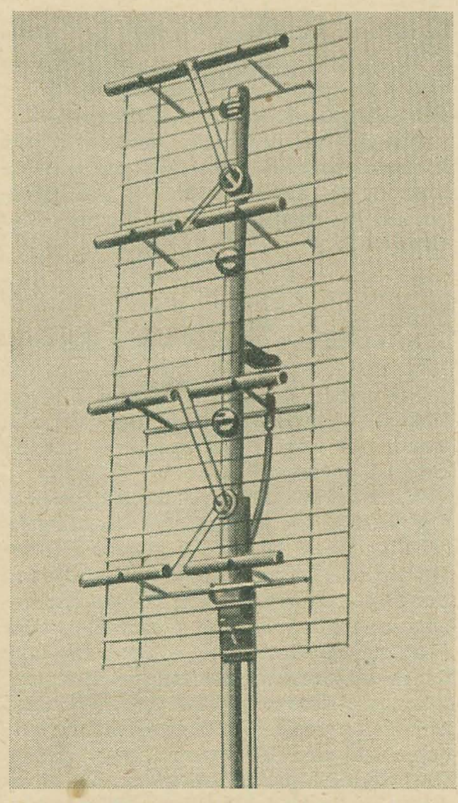


Bild 8: Reflektorwandbreitbandantenne für den kommerziellen Funkdienst im Frequenzgebiet von 220 bis 330 MHz

Im Bild 6 sind das Horizontaldiagramm und das Vertikaldiagramm einer 16-Element-Weitempfangsantenne dargestellt. Hinsichtlich der Elementzahl wird bei Richtantennen stets der Halbwellendipol als Grundelement angesehen. Die Antenne besteht somit aus acht Halbwellendipolen, von denen jeweils zwei zu einem Ganzwellendipol zusammengefaßt sind und im Spannungsmaximum gespeist werden. Dazu kommen acht Halbwellenreflektoren.

Bild 7 zeigt den Antennengewinn, das Vor-Rück-Verhältnis und das Stehwellenverhältnis der gleichen Antenne. Es ist maximal ein etwa vier- bis fünffacher Spannungsgewinn möglich. Infolge der Mehretagenanordnung ist jedoch ein größeres Vor-Rück-Verhältnis als 1 : 10 nicht zu erreichen. Durch Anwendung mehrerer solcher 16-Elementantennen läßt sich der Antennengewinn weiter steigern.

Vergleichsweise ist im Bild 8 eine kommerzielle Breitbandantenne mit Reflektorwand, bestehend aus zwei sogenannten Achterfeldern, dargestellt. Die Antenne setzt sich aus 16 „dicken" Halbwellendipolen, von denen jeweils zwei zu einem Ganzwellendipol vereinigt sind, und die ebenfalls im Spannungsmaximum gespeist werden, zusammen.

Die Dipole selbst sind in ihrem Strombauch gleichstrommäßig geerdet, so daß besondere Blitzschutzeinrichtungen entfallen können.

Durch Anwendung sogenannter „dicker" Dipole ergibt sich ein Eingangswiderstand von etwa 300 Ω, so daß sich am Speisepunkt ein Widerstand von etwa 60 Ω einstellt, was den Aufbau der Antenne wesentlich vereinfacht. Die Speisung wird über Halbwellen- und Ganzwellenleitungen vorgenommen, so daß schmalbandige Transformationsglieder vermieden werden können.

Nach dem im vorliegenden Beitrag behandelten Beispiel einer Fernsehweitempfangsantenne lassen sich natürlich auch aus gestreckten Halbwellendipolen, Schleifendipolen und sogenannten Doppelschleifen entsprechende Dipolgruppen zusammenstellen, wenn die gegebenen Hinweise beachtet werden. *-ng*

Literatur

[1] O. Zinke, Grundlagen der Breitbandantennen für Meter- und Dezimeterantennen, Funk und Ton (1950), Heft 9, S. 437 bis 450.

[2] H. Meinke, Symmetrierungsschaltungen bei hohen Frequenzen, Fernmeldetechnische Zeitschrift (1948), Heft 8, S. 193 bis 199.

[3] W. Berndt, Der Energietransport zu den Antennen der Kurzwellen-Großstationen. — Telefunkenzeitung, Teil II, Jahrgang 27 (1954), Heft 105, S. 163 bis 171.

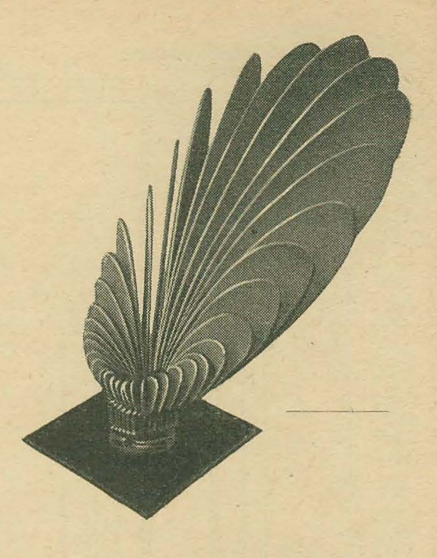
[4] A. Ruhrmann, Symmetrierung und Transformation mit Koaxialleitungen, Telefunkenzeitung, Jahrgang 24 (1951), Heft 93, S. 237 bis 250.

[5] O. Zinke, Breitbandantennen für Rundstrahlung im Kurzwellen- und Meterbereich, Fernmeldetechnische Zeitschrift (1950), Heft 10, S. 385 bis 390.

[6] H. Lamberts und L. Pungs, Experimentelle Untersuchungen an Meter- und Dezimeterantennen für breite Frequenzbänder, Fernmeldetechnische Zeitschrift (1950), Heft 5, S. 165 bis 170.

FRITZ MÖHRING

Strahlungsdiagramm und Stromverteilung eines Dipols


Bild 2: Modell des räumlichen Strahlungsdiagramms einer Richtantenne (Telefunken-Tannenbaumantenne)

Das Strahlungsdiagramm eines Dipols ist abhängig von den geometrischen Abmessungen des Dipols, der Anordnung der Strahler sowie der Speisungsart und der damit zusammenhängenden Stromverteilung entlang der Antenne.

Dies wird verständlich, wenn man bedenkt, daß das Strahlungsdiagramm einer Antenne sich aus der richtungsabhängigen Interferenz der Strahlungsfelder einzelner Antennenelemente im Fernfeld der Antenne ergibt. Da das Strahlungsfeld von der Stromrichtung in diesen Elementen abhängig ist, hat die Stromrichtung wesentlichen Einfluß auf die zu erzielenden Richtdiagramme. Darum soll zunächst die Stromverteilung verschieden gespeister Strahler betrachtet werden.

Strom- und Spannungsverteilung auf einem elektrischen Dipol

Zur Ermittlung der Strom- und Spannungsverteilung entlang eines Dipols kann man in der elementaren Antennentheorie den Dipol als entartete homogene Zweidrahtleitung auffassen, deren zweiter Leiter unendlich weit entfernt liegt. Speist man nun die Antenne in einem beliebigen Punkt, so entsteht in Analogie zur Leitungstheorie von der Speisestelle zum Antennenende hin eine fortschreitende Welle, wobei die Ausbreitungsgeschwindigkeit nahezu gleich der Lichtgeschwindigkeit c ist.

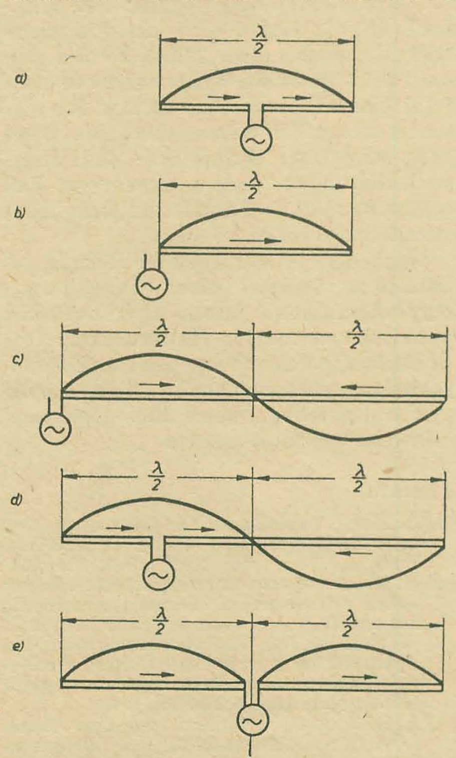


Bild 1: Stromverteilung entlang des Halbwellen- und Ganzwellendipols bei unterschiedlicher Erregung

a) Halbwellendipol symmetrisch gespeist
b) Halbwellendipol unsymmetrisch gespeist
c) Ganzwellendipol unsymmetrisch gespeist
d) Ganzwellendipol unsymmetrisch gespeist
e) Ganzwellendipol symmetrisch gespeist

Am offenen Antennenende wird die einfallende Welle ohne Phasensprung reflektiert und läuft zum Speisepunkt zurück, so daß sich durch Überlagerung beider Wellenzüge auf der Antenne eine stehende Welle ausbilden kann. Bei einem elektrischen Dipol erreicht die Spannung am Dipolende stets den Höchstwert, so daß der Antennenstrom Null wird, während im Abstand einer Viertelwelle der Strom seinen Maximalwert I_{max} erreicht. Jedoch kann man die Stromverteilung nur dann als rein sinusförmig ansehen, solange der Durchmesser des Strahlers klein gegenüber seiner Länge ist. In diesem Falle kann man für den Stromverlauf entlang eines Dipols schreiben:

$$I_z = I_{max} \cdot \sin(\alpha z). \qquad (1)$$

Hierin ist I_{max} der maximale Antennenstrom im Strombauch des Dipols, I_z der Strom im Abstand z vom Speisepunkt.

Mit α bezeichnet man die sogenannte Phasenkonstante. Diese gibt die Phasendrehung des Antennenstromes je Längeneinheit an, ausgedrückt im Bogen- oder Gradmaß:

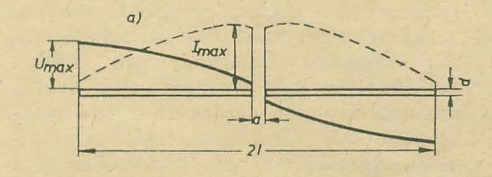
$$\alpha = \frac{2\pi}{\lambda}\sqrt{\varepsilon} = \frac{360°}{\lambda}\sqrt{\varepsilon}. \qquad (2)$$

In Gleichung (2) gibt ε die Elektrizitätskonstante des Mediums an.

Bei einer Strahlerlänge von $\lambda/2$ bildet sich auf dem Dipol die Grundwelle aus, wobei der Strom entsprechend der im Bild 1a dargestellten Weise verläuft.

Auch bei unsymmetrischer Einspeisung ergibt sich bei dem in der Grundwelle schwingenden Dipol der gleiche Stromverlauf, wie Bild 1b zeigt. Verlängert man den Dipol, so können sich weitere Wellenzüge ausbilden, die als Oberwellen oder Harmonische bezeichnet werden. Im Falle der in der zweiten Oberwelle erregten und unsymmetrisch gespeisten Antenne bildet sich eine gegenläufige Stromrichtung entsprechend den Bildern 1c und 1d aus. Derartige Antennenformen werden allerdings im Bereich ultrakurzer Wellen nur für Breitbandantennen eingesetzt (sogenannte V-Antennen), da sich bei üblicher Anordnung Strahlungsdiagramme ergeben, die der Forderung nach einer eindeutigen Empfangsrichtung nicht entsprechen. Die Antenne wird daher stets symmetrisch gespeist und das gespeiste Einzelelement nicht größer als $\lambda/2$ gewählt, wodurch sich stets gleiche Stromrichtungen ergeben, wie dies im Bild 1e für den sogenannten Ganzwellendipol angegeben ist.

Die Annahme einer sinusförmigen Stromverteilung entlang des Dipols trifft jedoch für die Praxis wegen der endlichen Dipoldicke nicht zu. Die statische Ladungsverteilung ändert sich besonders an den Antennenenden sowie an der Speisestelle, was eine verzerrte, vom rein sinusförmigen Verlauf abweichende Stromverteilung zur Folge hat. Die starke Verkürzung eines spannungsgespeisten Dipols ist zum Beispiel durch eine solche starke Anhäufung von Ladungen in der Umgebung



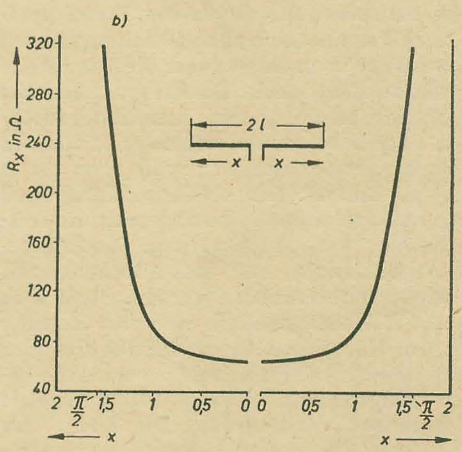
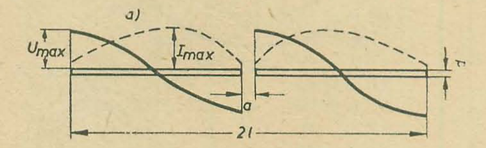


Bild 3: a) Strom- und Spannungsverteilung entlang eines Halbwellendipols mittleren Schlankheitsgrades
b) Widerstandsverlauf entlang eines Halbwellendipols, 2 l/d = 200 (n. Morita und Taflik)

der Einspeisungsstelle bedingt. Gleichzeitig wird der Strom am Antennenende nicht mehr Null, sondern behält einen endlichen Wert.

Die tatsächliche Strom- und Spannungsverteilung veranschaulicht Bild 3a für einen Halbwellendipol und Bild 4a für einen Ganzwellendipol. Da der Eingangswiderstand dem Strom im gespeisten Element proportional ist, werden auch die



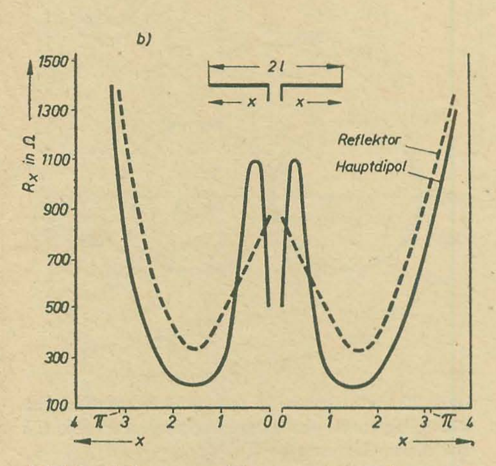
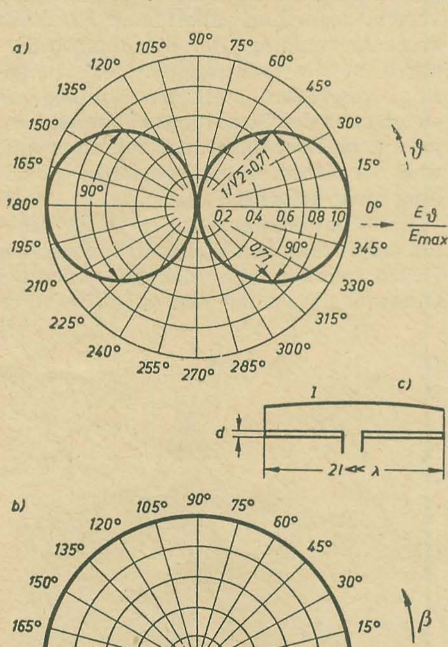


Bild 4: a) Strom- und Spannungsverteilung entlang eines Ganzwellendipols mittleren Schlankheitsgrades
b) Widerstandsverlauf eines Ganzwellendipols mit Reflektor, 2 l/d = 200 (n. Morita und Taflik)



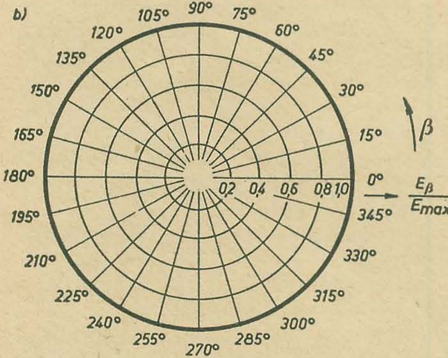


Bild 5: Horizontales (a) und vertikales (b) Richtdiagramm sowie Stromverteilung eines Hertzschen Dipols, (c) sogenannter Kurz- oder Elementardipol

Eingangswiderstände gegenüber Dipolen mit rein sinusförmigem Stromverlauf unterschiedlich sein, wie aus den Bildern 3b und 4b ersichtlich ist.

Das Strahlungsdiagramm von Elementarstrahlern

Die von einer Sendeantenne abgestrahlte oder von einer Empfangsantenne aufgenommene Leistung läßt sich durch ein räumliches Strahlungsdiagramm (Richtcharakteristik) veranschaulichen. Man versteht darunter die relative Richtungsabhängigkeit der elektrischen bzw. der dazu proportionalen magnetischen Feldstärke im Fernfeld der Antenne.

Ein solches räumliches Strahlungsdiagramm, wie es im Bild 2 für eine spezielle Richtantenne angegeben ist, kann anschaulich durch ein horizontales und ein vertikales Strahlungsdiagramm dargestellt werden. Der Schnitt des räumlichen Strahlungsdiagrammes in der Horizontalebene ergibt das Horizontaldiagramm, der Schnitt in der vertikalen Ebene das Vertikaldiagramm einer Antenne. Diese Strahlungsdiagramme stellt man zweckmäßig in einem Polarkoordinatensystem dar (Bild 5). Bild 5a zeigt das Horizontaldiagramm und Bild 5b das Vertikaldiagramm eines horizontal orientierten Hertzschen Dipols. Dieser stellt einen in der Mitte gespeisten Leiter dar, dessen Länge klein ist gegenüber der abzustrahlenden Wellenlänge, so daß sich entlang des Dipols eine nahezu konstante Stromverteilung ergibt, wie dies aus Bild 5c hervorgeht.

Die Winkel in der Horizontalebene werden als Azimutwinkel ϑ bezeichnet und entweder vom Maximum oder von der sogenannten Nullstelle des Richtdiagrammes beginnend gezählt. Die Winkel in der Vertikalebene werden als Erhebungswinkel β bezeichnet und von der Horizontalebene ausgehend gerechnet.

Senkrecht zu seiner Achse, das entspricht bei horizontaler Orientierung des Dipols dem Vertikaldiagramm, besitzt ein elektrischer Dipol ein kreisförmiges Richtdiagramm, in dessen Mittelpunkt sich die Antenne befindet. Es ergibt sich daher in dieser Ebene keine bevorzugte Strahlungs- oder Empfangsrichtung. Anders dagegen ist die Abstrahlung in den Ebenen, die durch die Dipolachse verlaufen, hier weist der Dipol eine ausgesprochene Richtwirkung auf.

Das Doppelkreisdiagramm der Feldstärke eines Hertzschen Dipols genügt der Funktion cos ϑ, wenn der Azimutwinkel vom Feldstärkemaximum ausgehend gezählt wird. Die Gleichung für das Horizontaldiagramm lautet daher:

$$E_\vartheta = E_{max} \cdot \cos \vartheta. \quad (3)$$

Das Feldstärkemaximum liegt also bei $\vartheta = 0°$, denn in diesem Falle ist der $\cos 0° = 1$, während Nullstellen bei $\vartheta = 90°$ bzw. $270°$ zu verzeichnen sind. In der Horizontalebene ergibt sich daher eine Bündelung gegenüber dem sogenannten Kugelstrahler[1]), was sich in einem größeren Antennengewinn von $g = 1{,}5$ des Hertzschen Dipols gegenüber dem Kugelstrahler mit $g = 1$ ausdrückt.

Den Winkelbereich, innerhalb dessen die Energie auf den 0,5fachen Wert bzw. die Feldstärke auf den $1/\sqrt{2} = 0{,}71$fachen Wert des Hauptmaximums abgesunken ist und der daher ein Maß für die Form des Strahlungsdiagramms ist, bezeichnet man als Halbwertsbreite oder Öffnungswinkel. Das Horizontaldiagramm des Hertzschen Dipols weist eine Halbwertsbreite von 90° auf.

Bei vertikaler Orientierung des Dipols ergibt sich dagegen in der Horizontalebene ein Rundstrahldiagramm und in der Vertikalebene das Doppelkreisdiagramm.

Das räumliche Strahlungsdiagramm läßt sich in jedem Falle in einfacher Weise durch Schwenken des entsprechenden Richtdiagrammes um die Dipolachse gewinnen.

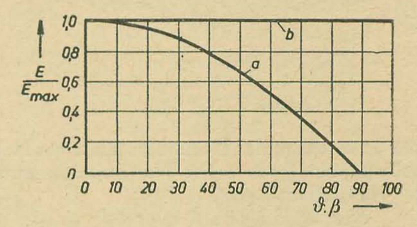


Bild 6: Horizontales (a) und vertikales (b) Richtdiagramm eines Hertzschen Dipols, dargestellt im rechtwinkligen Koordinatensystem

In der kommerziellen Antennentechnik ist auch die Darstellung des Richtdiagrammes in rechtwinkligen (kartesischen) Koordinaten gebräuchlich. Im Bild 6 ist daher zum Vergleich das horizontale und das vertikale Richtdiagramm des Hertzschen Dipols in dieser Weise dargestellt. Man erkennt deutlich den der Kosinusfunktion entsprechenden Verlauf der Feldstärke bei der Kurve des Horizontaldiagramms.

Das kreisförmige Vertikaldiagramm entspricht in dieser Darstellungsweise einer Geraden parallel zur Abszissenachse.

Die kurzen Linearantennen sind jedoch in der Höchstfrequenztechnik von untergeordneter Bedeutung, denn hier lassen sich Strahler von der Größenordnung einer halben und einer ganzen Wellenlänge leicht verwirklichen.

Als Grundform des technisch angewendeten Strahlers ist daher der Halbwellendipol anzusprechen, dessen horizontales Richtdiagramm im Bild 7 dargestellt ist. Bei der Annahme einer sinusförmigen Stromverteilung ergibt sich der Ausdruck für das Horizontaldiagramm gemäß Gleichung (4):

$$E_\vartheta = E_{max} \cdot \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \sin \vartheta\right)}{\cos \vartheta}. \quad (4)$$

Nach Gleichung (4) erhält man in der Horizontalebene ein achtförmiges Strahlungsdiagramm mit einer Halbwertsbreite von 78°, so daß die Bündelung in der Richtung $\vartheta = 0°$ — also der Hauptrichtung — etwas besser ist als bei einer Kurzantenne. Das Vertikaldiagramm ist wiederum ein Kreis um den Nullpunkt, es ist also keinerlei Bündelung in der Vertikalebene vorhanden.

[1]) Der Kugelstrahler ist eine sogenannte isotrope Strahlungsquelle, die nach allen Seiten gleich gut strahlt, sich praktisch jedoch nicht realisieren läßt. In der englischen und amerikanischen Antennenliteratur wird dieser vielfach als Bezugsstrahler bei Angabe des Antennengewinns angeführt.

Die Feldstärke wird jedoch in den Nullstellen nur bei einer Antenne mit einem sehr dünnen Antennenleiter völlig auf Null zurückgehen. In der Praxis wendet man jedoch Antennen an, die

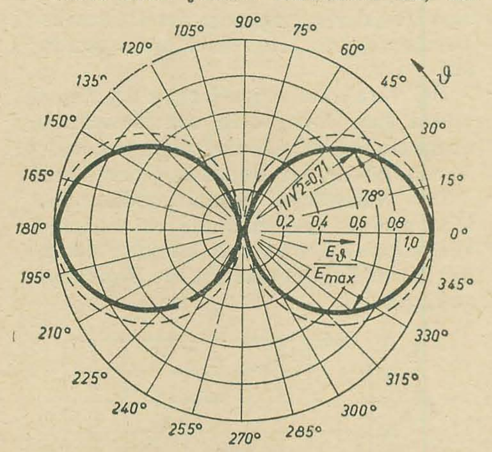


Bild 7: Horizontales Richtdiagramm eines Halbwellendipols (gestrichelt: Horizontaldiagramm des Hertzschen Dipols)

einen endlichen Schlankheitsgrad aufweisen, wobei man unter dem Schlankheitsgrad 2 l/d einer Antenne das Verhältnis der Dipollänge 2 l zum Durchmesser d der Dipolstäbe versteht. Wie aus der Gegenüberstellung der Richtdiagramme mit verschiedenen Schlankheitsgraden im Bild 8 zu ersehen ist, vergrößert sich die Feldstärke in den „Nullstellen" mit abnehmendem Schlankheitsgrad, so daß der Nulleinzug (Maxima-Minima-Verhältnis) der Richtkennlinie immer geringer wird. Gleichzeitig erkennt man deutlich, daß sich bei Strahlerlängen, die größer sind als eine Wellenlänge, ein für die Praxis unbrauchbares Antennendiagramm ergibt. Es sei denn, daß durch entsprechende Maßnahmen eine gleichsinnige Stromrichtung entlang des Dipols erzwungen wird.

Weiterhin läßt sich aus dieser Darstellung entnehmen, daß das Horizontaldiagramm bei einer Antennenlänge $2l = \lambda$ am schlanksten ist. Einen solchen Dipol bezeichnet man im Gegensatz zum Halbwellendipol als Ganzwellendipol. Das Horizontaldiagramm besitzt eine Halbwertsbreite von 47°, so daß die Bündelungseigenschaften des Ganzwellendipols besser sind als die des Halbwellendipols.

Sämtliche angeführten Richtkennlinien bezogen sich bisher auf den elektrischen Dipol, dessen Horizontaldiagramm bei horizontaler Orientierung die bekannte Achterform aufweist. Vertauscht man im Strahlungsfeld des elektrischen Dipols die elektrische und die magnetische Feldstärke, so erhält man das Strahlungsdiagramm des sogenannten magnetischen Dipols. Im Bild 9 sind vergleichsweise die Strahlungsdiagramme dieser beiden Strahler gegenübergestellt.

Der magnetische Elementardipol wird durch einen „kleinen Rahmen" dargestellt, dessen Durchmesser klein ist gegenüber der anregenden Wellenlänge, so daß der Strom über den gesamten Um-

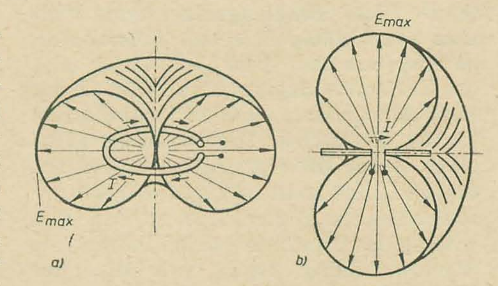


Bild 9: Räumliches Strahlungsdiagramm
a) des magnetischen Kurzdipols, sogenannter „kleiner" Rahmen
b) des elektrischen Kurzdipols

fang gleichphasig und konstant ist, wie dies auch bei dem Hertzschen Kurzdipol vorausgesetzt wurde. Wie aus Bild 10 ersichtlich ist, sind jedoch Horizontaldiagramm und Vertikaldiagramm gegenüber einem elektrischen Dipol vertauscht, das heißt, der Ausdruck des Vertikaldiagramms genügt in diesem Falle der Gleichung

$$E = E_{max} \cdot \cos \beta . \qquad (5)$$

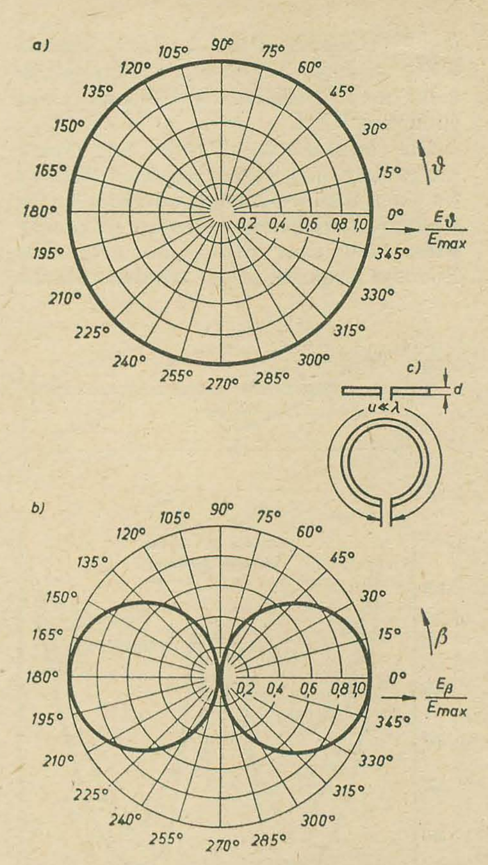


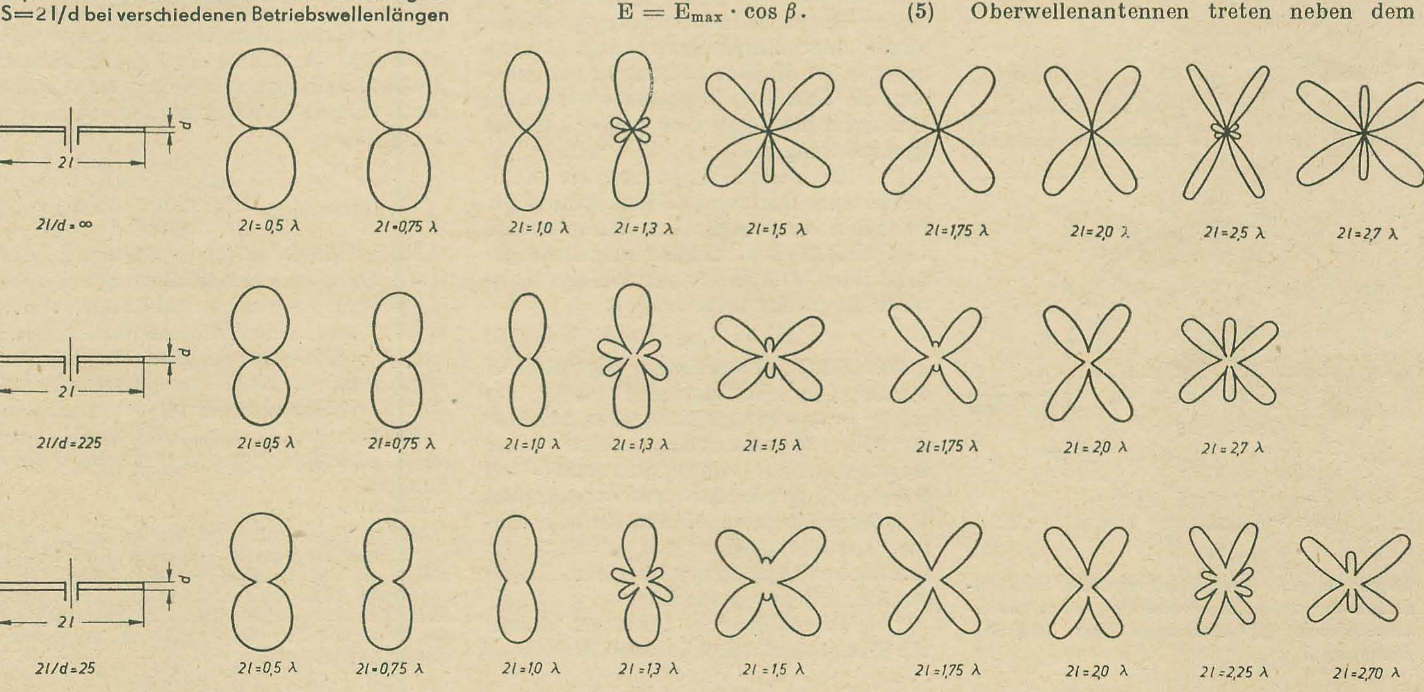
Bild 10: Horizontales (a) und vertikales (b) Richtdiagramm des magnetischen Kurzdipols (c) mit einem Umfang $U \ll \lambda$

Das Horizontaldiagramm ist in diesem Falle ein Kreis um den Nullpunkt.

Der kleine Rahmen findet jedoch wegen verschiedener ihm anhaftender Nachteile keine Anwendung. Der Strahlungswiderstand ist für praktische Zwecke zu gering, vergrößert man den Umfang, so steigt zwar der Strahlungswiderstand an, jedoch blättert das Richtdiagramm auf, weil der Strom keine konstante Verteilung mehr aufweist.

Bei Richtantennen, wie sie in der Technik der ultrakurzen Wellen in den meisten Fällen angewendet werden, oder auch bei Oberwellenantennen treten neben dem

Bild 8: Horizontaldiagramme von gestreckten Dipolen mit unterschiedlichem Schlankheitsgrad S=2 l/d bei verschiedenen Betriebswellenlängen



Hauptmaximum noch mehrere Nebenmaxima, auch Nebenzipfel genannt, auf. Ein entsprechendes Richtdiagramm einer Dipolreihe ist im Bild 11 dargestellt. Da für die Richtcharakteristik jedoch meist nur das Hauptmaximum interessiert, versucht man, die Nebenmaxima soweit wie irgend möglich zu unterdrücken.

Literatur

F. W. Gundlach, Grundlagen der Höchstfrequenztechnik, Springerverlag 1950, Berlin, Göttingen, Heidelberg.

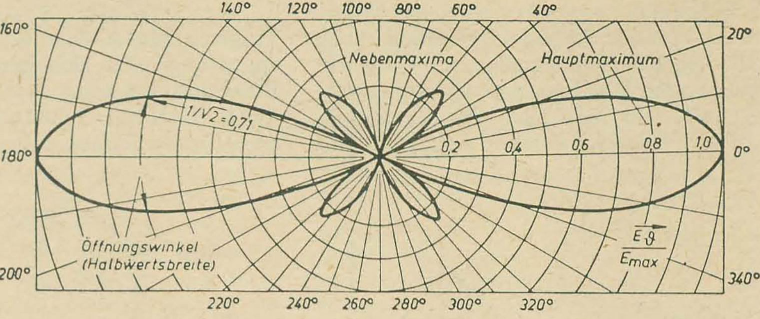


Bild 11: Horizontales Strahlungsdiagramm einer Richtantenne

WERNER TAEGER

Besondere Formen von Fernsehempfangsantennen

Einen höheren Antennengewinn und eine extrem scharfe Bündelung erzielt man mit einigen der im folgenden beschriebenen Antennenformen. Wenn auch die guten Eigenschaften dieser Antennenanordnungen erst bei den sehr kurzen Wellenlängen des Dezimeterbereiches voll zur Entfaltung kommen, lohnt sich doch ein Versuch bereits im 1,5-m-Bereich (200 MHz). Die V-Antenne ist ein so einfach herzustellender Luftleiter, daß man sich wundern muß, warum von dieser Dipolform nicht mehr Gebrauch gemacht wird. Bild 1 zeigt eine Zweietagen-V-Antenne und Bild 2 einen Blick von oben auf die beiden V-förmig zueinander stehenden Dipolstäbe. Für einen ersten Versuch ordnet man die beiden Schenkel unter einem Winkel von etwa 60° an, wobei der geöffnete Winkel zum Sender zeigt. Man erzielt damit bereits Antennengewinne von 8 db, was der Empfangsleistung eines Dipols mit einem Reflektor und einem Direktor gleichkommt. Die Länge der einzelnen Elemente kann von $\lambda/4$ bis zu einem Vielfachen der Wellenlänge betragen, wobei man allerdings nur im Dezimeterbereich die Möglichkeit hat, die mechanische Länge eines Dipolelementes etwa 2 λ groß zu machen. Für 200 MHz würde die Länge sonst nämlich 3 m werden. Im Band IV bei einer Frequenz von 500 MHz wird l = 1,2 m und im Band V bei 900 MHz 0,67 m.

Bild 1: Doppelstöckige V-Antenne

Bild 2: Anordnung der Dipolstäbe bei der V-Antenne

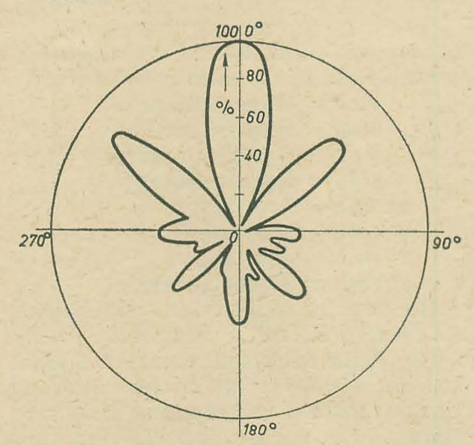


Bild 3: Horizontaldiagramm der V-Antennen

Die Dimensionierung des Dipols richtet sich danach, ob man an einem höheren Gewinn, einer größeren Richtwirkung oder einer größeren Bandbreite interessiert ist. Zwei Beispiele sollen das zeigen: Bei einem V-Dipol mit einer Schenkellänge von l = 2 λ und einem Öffnungswinkel $\varphi = 72°$ läßt sich ein Gewinn von nur etwa 4 db erzielen. Man empfängt dafür aber ein sehr breites Frequenzband. Verlängert man die Schenkel des Dipols auf l = 8 λ, so erhöht sich der Gewinn auf 9 db. Die Bandbreite wird jedoch kleiner. Ein Verringern des Winkels φ gibt eine erhöhte Richtwirkung auf Kosten der Bandbreite. Das Horizontaldiagramm (gemessen) einer zweistöckigen V-Antenne mit λ als Schenkellänge und einem Öffnungswinkel $\varphi = 60°$ zeigt Bild 3.

Bei der Rhombusantenne (Bild 4) ist der Leiter in Form eines Rhombus ausgespannt. Man kann sich diese Antennenart auch als eine doppelte V-Antenne vorstellen, bei der man das eine „V" mit einem Widerstand von etwa 700 Ω abgeschlossen hat und die Energie der anderen Hälfte der Antenne entnimmt. Die Richtwirkung ist derart, daß der Anschlußpunkt für das Antennenkabel in Richtung auf den zu empfangenden Sender liegt. Wichtig für die Charakteristik ist das Verhältnis der Länge a zu Breite b. Im allgemeinen wird das Verhältnis a : b = 2 : 1 als besonders günstig angesehen. Ist a = 4,5 λ und b = 2,25 λ, so ergibt sich ein Antennengewinn von ungefähr 16 db, ein Vor-Rückwärtsverhältnis von 18 : 1 und eine Frequenzvariation von 1 : 3 (also etwa längste zu empfangende Welle 1,5 m, kürzeste 0,5 m). Mit der Länge sollte man nicht über 6 λ hinausgehen, da dann die Verhältnisse ziemlich kritisch werden.

Um die Eigenschaften der Rhombusantenne noch zu verbessern, kann man sie auch in mehreren Etagen übereinander anordnen. Ähnlich wie bei der Yagiantenne ist auf diese Weise ein erheblich höherer Gewinn und eine bessere Richtwirkung zu erzielen. Die einzelnen Etagen

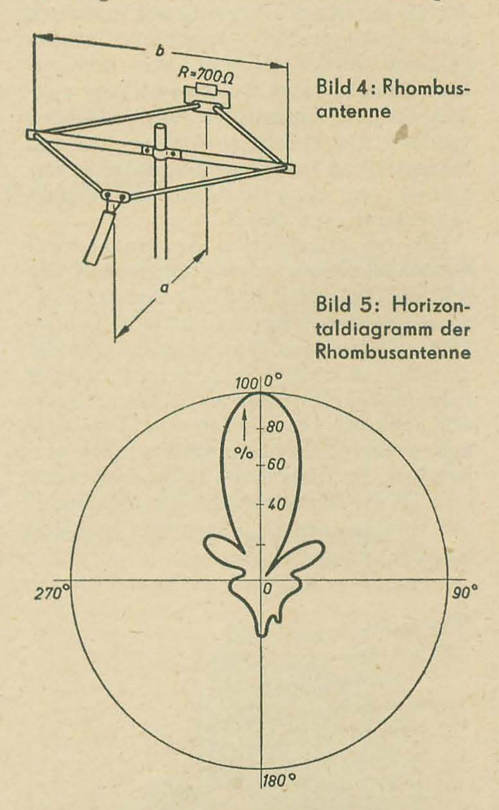


Bild 4: Rhombusantenne

Bild 5: Horizontaldiagramm der Rhombusantenne

sollen in einem Abstand von $\lambda/2$ angeordnet sein. Die Verbindung der einzelnen Etagen erfolgt zum Phasenausgleich am Anschlußpunkt des Antennenkabels und an der mit einem Widerstand abgeschlossenen Seite über Kreuz. Der Abschlußwiderstand wird dabei über eine $\lambda/4$-Umwegleitung angeschlossen. Bei der Rhombusantenne können, ähnlich wie bei der einfachen V-Antenne, der Antennengewinn, die Richtwirkung und die Bandbreite durch Ändern des Verhältnisses a : b und der Länge über alles (a) beeinflußt werden. Bild 5 gibt ein gemessenes Horizontaldiagramm der einstöckigen Rhombusantenne mit a : b = 2 : 1 und a = 4,5 λ wieder.

In Empfangsgegenden, wo verschiedene Fernsehsender (selbstverständlich auch auf verschiedenen Kanälen, aber aus abweichenden Richtungen) empfangen werden können, läßt sich die sogenannte „dicke“ Rhombusantenne benutzen. Dabei handelt es sich um eine Antenne, bei der die einzelnen Elemente aus mehreren nicht ganz parallal gespannten Drähten gebildet werden (Bild 6). Wie man erkennt, bleibt dabei die Gesamtlänge a erhalten, der Abstand b wird dagegen variiert. Der erzielbare Antennengewinn beträgt 20 db bei einem Bandbreitenverhältnis von etwa 1 : 6, der Fußpunktwiderstand rund 600 Ω.

Bild 6: „Dicke“ Rhombusantenne

Bei den angeführten Antennenanordnungen ist die besonders große Bandbreite und die Tatsache, daß der Antennengewinn mit der Frequenz ansteigt, bemerkenswert. Je nach Wunsch kann man die einzelnen Elemente in Rohr, Draht oder Litze ausführen. Diese Antennen erfreuen sich auch bei den Amateuren auf wesentlich größeren Wellenlängen großer Beliebtheit. Im Bereich der Fernsehbänder I und III ist die Verwendungsmöglichkeit der beschriebenen Antennen lediglich eine Platzfrage.

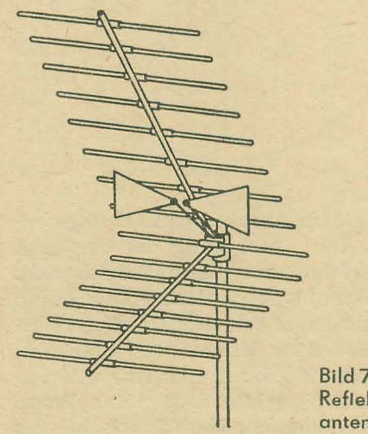


Bild 7: Corner-Reflektor-antenne

Als eine Abart der bekannten Yagiantenne kann die im Bild 7 dargestellte „Corner-Reflektor“-Antenne bezeichnet werden. Der Name ist von der Form des Reflektors (corner = Ecke, Winkel) abgeleitet. Eine Vielzahl von Reflektorstäben wird auf einem V-förmig (diesmal in der vertikalen Ebene) gewinkelten Tragrohr hinter dem eigentlichen Dipol angeordnet, der sich gewissermaßen im Brennpunkt der aus den Stäben gebildeten Reflektorwand befindet. Kennzeichnend für den Corner-Reflektor ist das hohe Vor-Rückwärtsverhältnis und eine breite Richtkeule, wie es das Horizontaldiagramm im Bild 8 erkennen läßt.

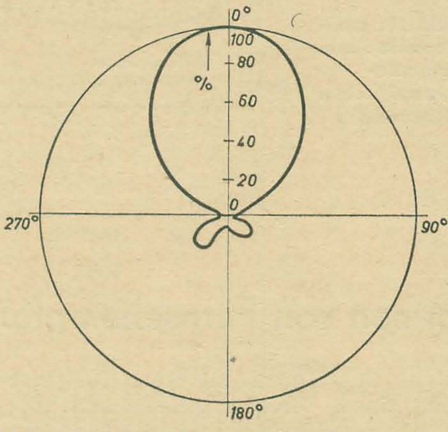


Bild 8: Horizontaldiagramm der Corner-Reflektorantenne

Die Flächen- oder Fächerantennen nach Bild 9, bei der die einzelnen Elemente des Dipols aus Drahtgeflecht oder gelochtem Blech bestehen, hat ihren Namen von der Dreiecksform der Elemente. Richtcharakteristik und Antennengewinn entsprechen einem einfachen Dipol. Die Bandbreite erreicht jedoch ein Verhältnis von etwa 1 : 2 bis 1 : 3. Auch der Flächenantenne kann man eine bestimmte Richtcharakteristik geben, indem man die Elemente m und n so zusammenbiegt, daß sie einen Winkel von etwa 60° bilden. Es lassen sich dabei Bandbreiten von 50 bis 400 MHz bei einem mittleren Antennengewinn von 12 db erzielen. Bei dieser Antennenform beträgt der Fußpunktwiderstand rund 300 Ω, so daß man das übliche Flachbandkabel ohne Zwischenschaltung eines $\lambda/4$-Transformators benutzen kann. Bild 10 zeigt ein Horizontaldiagramm, bei dem die Elemente m und n einen Winkel von 180° miteinander bilden.

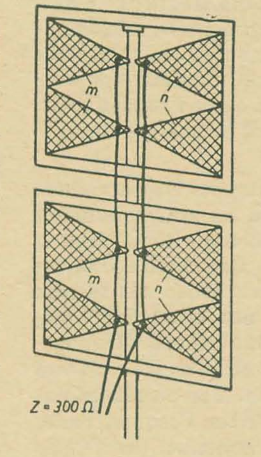


Bild 9: Fächerantenne

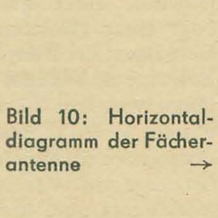
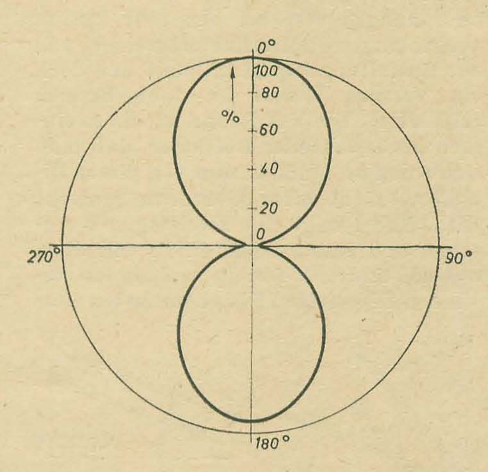


Bild 10: Horizontaldiagramm der Fächerantenne →



FRITZ KUNZE

Neue mathematische Zeichen

Die Norm DIN 1302 — „Mathematische Zeichen“ — wurde völlig überarbeitet und im November 1954 neu herausgegeben. Gegenüber der 3. Ausgabe dieser Norm vom September 1939 wurden verschiedene grundsätzliche Änderungen vorgenommen, vor allem bei den trigonometrischen und bei den Hyperbelfunktionen. Tangens wird nicht mehr tg sondern tan, und Cotangens wird nicht mehr ctg sondern cot abgekürzt. Für die Abkürzungen der Hyperbelfunktionen und für ihre Umkehrungen, die Areafunktionen, wurde bisher Frakturschrift verwendet. Während sin = Sinus, cos = Cosinus waren, bezeichnete 𝔖𝔦𝔫 den Hyperbelsinus und 𝔈𝔬𝔣 den Hyperbelcosinus. Nach der neuen Norm werden zur Abkürzung keine Frakturbuchstaben mehr benutzt. Die Hyperbelfunktionen werden durch Anfügen eines h an die normalen trigonometrischen Funktionsbezeichnungen gekennzeichnet, hierfür können aber auch kürzere Bezeichnungen, wie sh, ch, th und cth verwendet werden. So bedeuten nach der neuen Norm:

sinh = Hyperbelsinus
cosh = Hyperbelcosinus
tanh = Hyperbeltangens
coth = Hyperbelcotangens
ar sinh = Areasinus
ar cosh = Areacosinus
ar tanh = Areatangens
ar coth = Areacotangens

Der Grund, weshalb keine Frakturbuchstaben als Abkürzung verwendet werden, dürfte darin zu erblicken sein, daß man auch im Auslande verstanden werden will. Und wir können vom Ausland nicht verlangen, daß es die deutsche Frakturschrift erlernt, nur um unsere Kurzzeichen lesen und verstehen zu können. Außerdem werden Frakturbuchstaben auch in Deutschland immer weniger lesbar, da die Kinder in der Schule ja nicht mehr die Frakturschrift, sondern nur die Antiquaschrift erlernen.

Die grundsätzliche Umstellung, die hier vorgenommen wurde, dürfte noch auf anderen Gebieten Folgerungen nach sich ziehen. Es ist demnach zu erwarten, daß man auch für die Kennzeichnung von Wechselströmen und -spannungen in Zukunft keine Frakturbuchstaben verwenden darf ($\mathfrak{U}$, $\mathfrak{i}$), sondern nur noch Antiquabuchstaben mit dem Wechselstromzeichen (U~, i~).

Das Zeichen für „bis", drei Punkte, mußte bisher in halber Höhe der Kleinbuchstaben stehen (zum Beispiel 3···7). Das war besonders für Schreibmaschinenschrift sehr unbequem. Aus diesem Grunde können nach der neuen Norm die Punkte jetzt auf halber Höhe der Kleinbuchstaben stehen, sie dürfen aber auch auf der Zeile stehen. Jetzt ist also sowohl 3···7 als auch 3...7 richtig. Dasselbe gilt für drei Punkte in der Bedeutung von „usw.": 3··· oder 3....

Neu aufgenommen wurde die Kennzeichnung von Zahlen durch Indizes und durch Striche: a_1, a_2, ..., a_n und a′, a″, ... Die Zeichen $<$, $>$, $\leqq$, $\geqq$, $\ll$, $\gg$ sind unverändert geblieben. Hierauf muß besonders hingewiesen werden, weil man vielfach $\lessdot$ und $\gtrdot$ findet. Diese Zeichen sind also nicht normgerecht! Es sei weiter auf das Zeichen $\triangleq$ für „entspricht" hingewiesen, das kaum angewendet wird, obwohl es sehr zweckmäßig ist (zum Beispiel bei Oszillografenröhren: 0,4 mm $\triangleq$ 1 V).

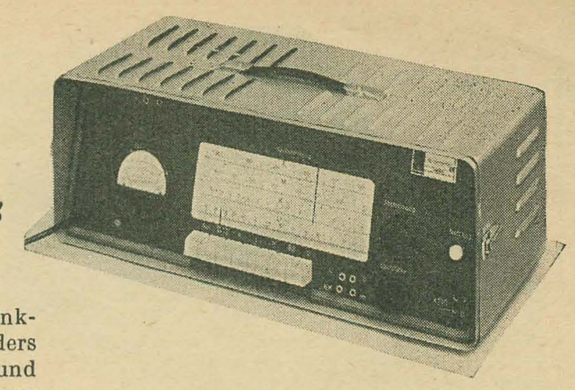
Die Zeichen $\sim$ und $\approx$ sind in ihrer Bedeutung unverändert geblieben. Trotzdem muß hierauf etwas näher eingegangen werden, weil man sie oft falsch angewendet sieht. In der Bedeutung von „nahezu gleich, zirka, rund, etwa, angenähert", darf nur das Zeichen $\approx$ verwendet werden und nicht das Zeichen $\sim$. $\sim$ bedeutet „ähnlich, proportional" und „asymptotisch gleich". Das Zeichen $\cong$ bedeutet nicht nur „kongruent" wie bisher, sondern auch „asymptotisch identisch". Bei den Parallelitätszeichen ist neu das Zeichen $\nparallel$ für „nicht parallel", dagegen findet man in der neuen Norm das Zeichen $\#$ für „gleich" und „parallel" nicht mehr.

Bei den verschiedenen Differentiationszeichen wurde teilweise die Erklärung geändert. Δ (groß Delta) war bisher das Zeichen für eine endliche Änderung, jetzt bezeichnet es dagegen die Differenz zweier Funktionswerte. d war das Zeichen für ein vollständiges Differential und hat seine Bedeutung behalten. Darüber hinaus aber ist d jetzt das allgemeine Differentiationszeichen. Die Erklärung für ∂ (partielles Differential) und für δ (klein Delta = Variation, virtuelle Änderung) ist geblieben. Die Änderungen in der Bedeutung der Differentiationszeichen gewinnen gerade bei der Radiotechnik Bedeutung. So war bisher die Formel $S = \frac{\partial I_a}{\partial U_g}$ allein richtig. Das ist zwar jetzt auch nicht falsch. Richtiger aber muß es jetzt heißen:

$$S = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_g}.$$

Die Zeichen für die verschiedenen Arten von Logarithmen sind geblieben (log, lg, ln). Neu hinzugekommen ist ld als Zeichen für den Zweierlogarithmus.

Antennenprüfgeräte für die Funkpraxis

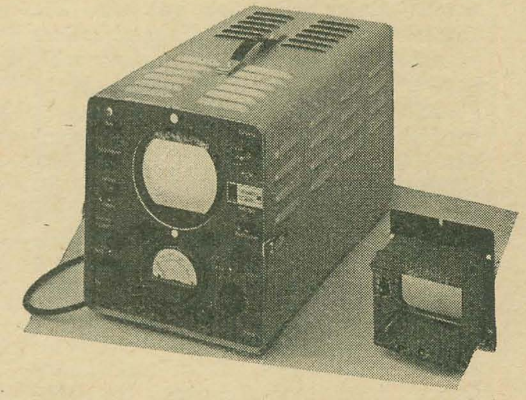

Bild 1: LMKU-Antennenprüfgerät 316 W (ohne Deckel)

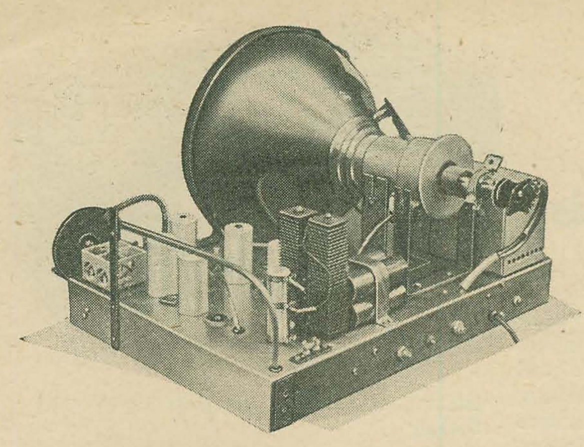
Die stürmische Entwicklung der Funktechnik in den letzten Jahren, besonders die Einführung des UKW-Rundfunks und des Fernsehens, stellt an die Errichtung von Empfangsantennen wesentlich andere Anforderungen als in früheren Zeiten. Während die örtliche Anordnung einer Empfangsantenne für Lang- und Mittelwellen eine verhältnismäßig untergeordnete Rolle spielt, ist die richtige Aufstellung und Montage einer UKW- und Fernsehempfangsantenne für die Güte des Empfangs von entscheidender Bedeutung. Montagefehler in Antennenanlagen können im UKW-Bereich nicht nur zu einer erheblichen Schwächung des Rundfunkempfanges führen, sondern beim Fernsehempfang auch zu Schleierbildern (Geistern) Anlaß geben.

Die sachgemäße Montage von UKW- und Fernsehempfangsantennen erfordert daher geeignete Antennenprüfgeräte, die den Anforderungen des Radioinstallateurs gerecht werden, das heißt, die bei genügender Empfindlichkeit leicht transportierbar und bedienbar sind. Die Firma Siemens & Halske hat für diese Anforderungen zwei Antennenprüfgeräte entwickelt, von denen das LMKU-Antennenprüfgerät SAM 316 W für die Rundfunkwellenbereiche (Lang-, Mittel-, Kurz-, Ultrakurzwellenbereich) und das Fernsehantennenprüfgerät SAM 317 für die Fernsehbänder I (47 bis 68 MHz) und III (174 bis 223 MHz) bestimmt ist. Das Antennenprüfgerät SAM 316 W (Bild 1) ist unter Verwendung des Siemens-Rundfunkgerätechassis G 41 und eines zusätzlichen zweistufigen Breitbandverstärkers aufgebaut. Es weist eine Drucktastenschaltung für die Einstellung auf die verschiedenen Wellenbereiche auf, mit denen das Gerät auf selektive (LMKU-) oder aperiodische (Breitband-)Messung umgeschaltet werden kann. Die gemessenen Antennenspannungen werden von einem hochempfindlichen Instrument angezeigt, das von der HF-Gleichrichterstufe gespeist wird. Zum Messen hoher Antennenspannungen ist ein Spannungsteiler vorgesehen, der von einer Drucktaste betätigt werden kann. An Stelle einer Stationsskala verwendet das Gerät für die vier Wellenbereiche vier Frequenzskalen. Die Abstimmung des Gerätes erfolgt durch einen Drehknopf in den Wellenbereichen Lang, Mittel, Kurz und mit einem zweiten Drehknopf im UKW-Bereich. Ein eingebauter Lautsprecher, der den Schall seitlich durch Schlitze abstrahlt, gestattet das Abhören der Modulation des eingestellten Senders. Das im HF-Gleichrichterkreis liegende Meßinstrument weist vier Skalen für die Wellenbereiche Lang, Mittel, Kurz, die aperiodische Messung und für den Netzspannungskorrekturfaktor auf, der beim Drücken der Netzspannungskontrolltaste abgelesen werden kann. Dieser Faktor ist mit dem am Instrument abgelesenen Wert für die am Eingang des Gerätes liegende Antennenspannung unter Berücksichtigung des eingeschalteten Spannungsteilers zu multiplizieren, um den genauen Wert der am Eingang liegenden Antennenspannung zu bestimmen.

Das Fernsehantennenprüfgerät SAM 317 W (Bild 2) enthält einen HF- und ZF-Teil sowie eine der 13-cm-Bildröhre angeglichene Ablenkschaltung. Die Ton-ZF wird in einem Ratiodetektor demoduliert und mit einer ECL 80 verstärkt. Die Messung der Antenneneingangsspannung erfolgt durch Anodenstrommessung der geregelten Röhren. Die Anzeige bezieht sich auf die Höhe der Synchronimpulse und ist unmittelbar in Spitzenspannungen geeicht. Zur genauen Abstimmung des Gerätes wird das Meßinstrument durch einen Umschalter an den Elektrolytkondensator des Ratiodetektors gelegt. Bei richtiger Einstellung liegt der Tonträger in der Ton-ZF-Falle und verursacht ein Spannungsminimum. Damit ist gewährleistet, daß der Bildträger genau auf der Mitte der Nyquistflanke liegt.

Durch Betätigen eines Kippschalters kann das Fernsehbild so auseinandergezogen werden, daß es dem Ausschnitt einer 43-cm-Bildröhre entspricht. Auf diese Weise gelingt es, Bildfeinheiten zu betrachten, die für die Beurteilung der Herkunft der Bildverzerrung von Wichtigkeit sind. Um störendes Tageslicht zu unterdrücken, ist vor der Bildröhre ein zusammenklappbarer Blendschirm angebracht. *H. G. W.*


Bild 2: Fernsehantennenprüfgerät SAM 317 W (ohne Deckel, mit abgenommenem Blendschirm)



HORST WEBER

Bauanleitung für einen einfachen

12-Röhren-Fernseh- und UKW-Empfänger

Im folgenden Beitrag wird ein mit verhältnismäßig wenig Mitteln aufzubauendes Gerät beschrieben, das den Empfang von Fernseh- und UKW-Sendungen auf mehreren Kanälen gestattet. Der Empfänger ist ein mit Miniaturröhren der P 80er Serie bestücktes Allstromgerät. Durch die Verwendung dieser modernen Röhren konnte trotz der starken Beschränkung der Röhrenzahl ein genügend leistungsfähiges Gerät entwickelt werden, dem nur die Regelautomatik fehlt. Auf die Verwendung von Spezialteilen wurde beim Aufbau des Gerätes bewußt verzichtet, da solche Teile nicht immer leicht zu beschaffen sind.

Schaltung

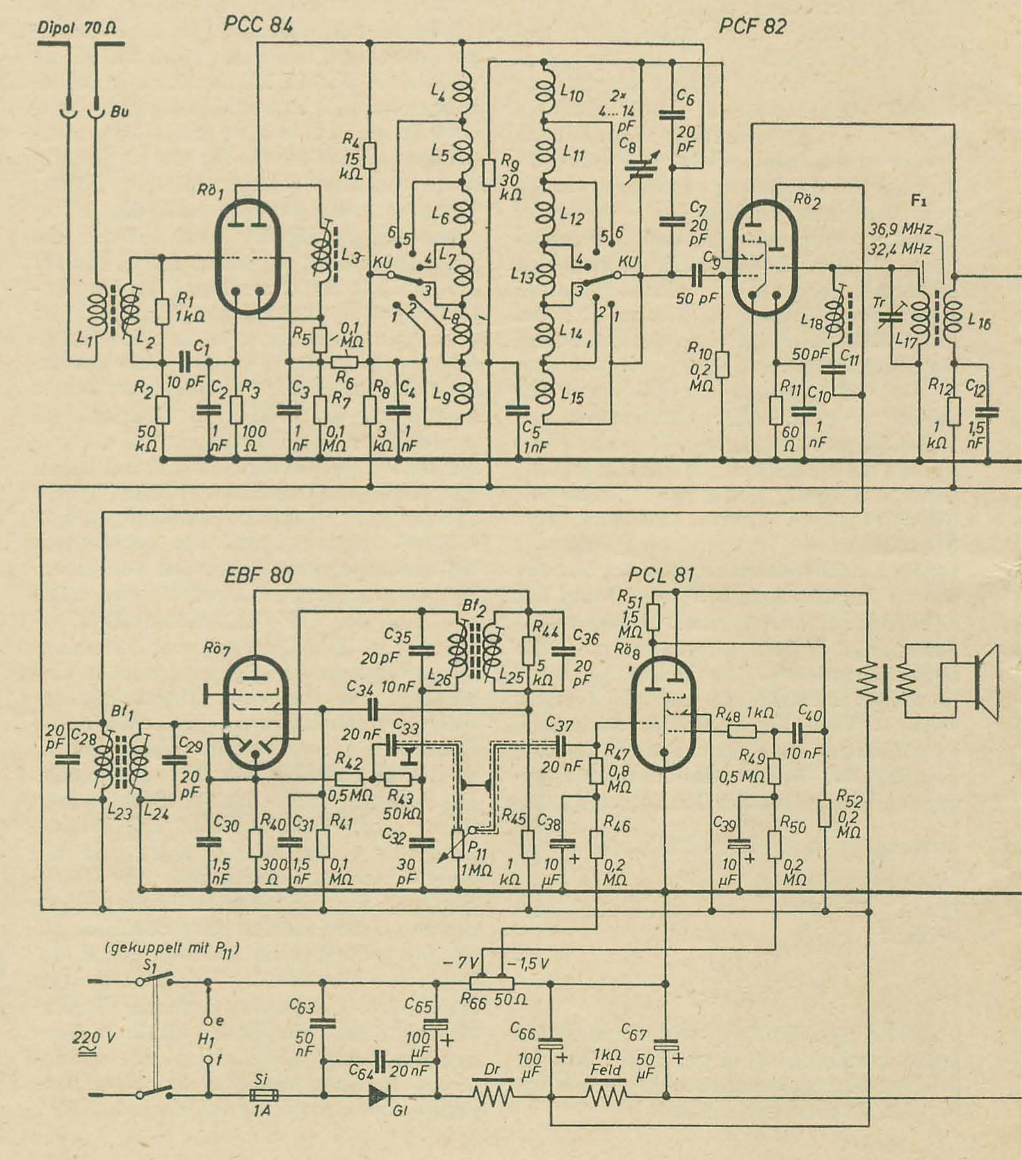
Eingangs- und Mischstufe

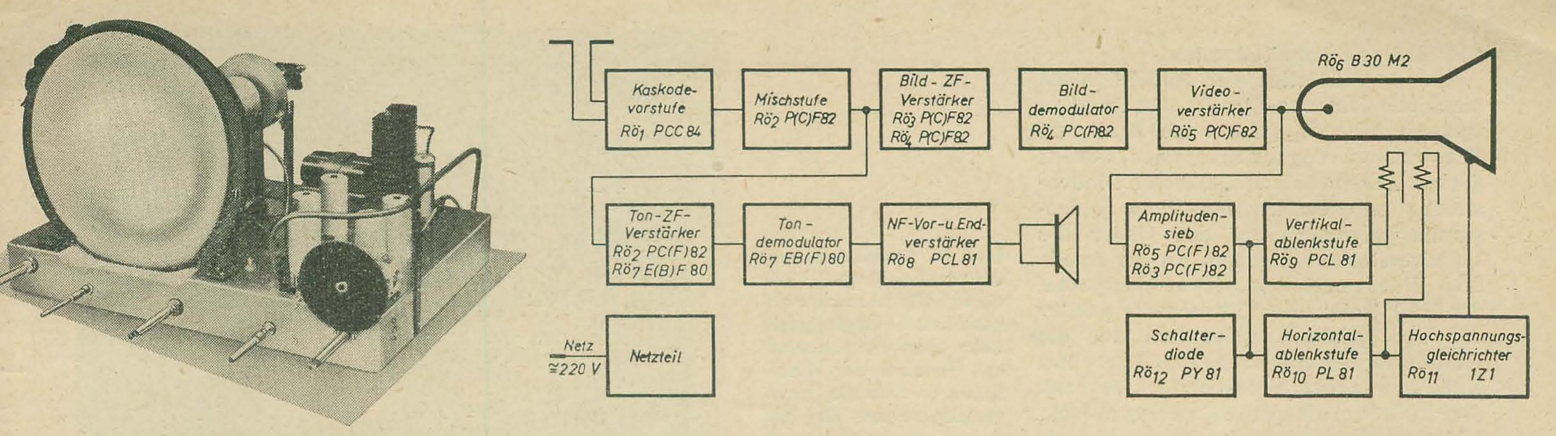
In der Eingangsstufe ist eine PCC 84 eingesetzt, die in gleichstrommäßiger Kaskodeschaltung betrieben wird. Auf Grund der ausgezeichneten Eigenschaften dieser Röhre in Kaskodeschaltung ergibt sich ein recht empfindlicher Eingangsteil. Der Antenneneingang ist für 70 Ω ausgelegt, wobei zum Erzielen eines günstigeren Signal-Rausch-Verhältnisses ein Mittelwert zwischen Leistungs- und Rauschanpassung gewählt wurde. Auf die Kaskodevorstufe folgt eine selbsterregte Mischstufe, in der das Pentodensystem einer PCF 82 arbeitet. Die Kanalumschaltung wird mit einem keramischen Stufenschalter vorgenommen. Zur Feinabstimmung des Oszillators dient ein Doppelstatordrehko 2×4 ... 14 pF. Das Mustergerät wurde für sechs Kanäle ausgelegt. Bestehen Empfangsmöglichkeiten auf anderen Kanälen, so kann der HF-Teil leicht durch entsprechende Spulen erweitert werden.

Für den praktischen Aufbau seien hier bereits einige Hinweise gegeben. Die Gitterkreisspule L_2 des Eingangskreises wird auf einen Stiefelkörper aufgebracht, dazwischen wird die Kopplungsspule L_1 gewickelt. Für die Spule des π-Gliedes L_3 wird ebenfalls ein Stiefelkörper verwendet. Die Spulen des Zwischen- und Oszillatorkreises werden freitragend gewickelt und direkt an die Lötfahnen des Kanalumschalters angelötet. Die Wickeldaten für die Spulen sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. In den HF- und ZF-Stufen muß man den Kondensatoren und Widerständen besondere Aufmerksamkeit schenken; hier dürfen nur dämpfungs- und induktionsarme Ausführungen benutzt werden. Die Verdrahtung muß man sehr sorgfältig überlegen und durchführen, wobei kürzeste Leitungsführung oberstes Gebot ist. Außerdem sollte nur dicker und möglichst versilberter Schaltdraht verwendet werden. Weiter ist wichtig, daß jede Stufe einen gemeinsamen Erdungspunkt erhält. Die Erdungspunkte der einzelnen Stufen sind durch dicke Drähte miteinander zu verbinden.

Bild-ZF-Verstärker

Die Bildträger-ZF wurde mit 38,9 MHz festgelegt. Diese hohe ZF bietet im Hinblick auf Störungsfreiheit gewisse Vorteile. Der Verstärker ist zweistufig ausgeführt. In diesen Stufen arbeiten die Pentodensysteme zweier PCF 82. Vorteilhafter wäre allerdings die EF 80, die ein größeres S/C-Verhältnis aufweist, wodurch sich eine höhere Verstärkung ergeben würde. Dieser zweistufige Verstärker hat eine Bandbreite von 4 MHz, die durch drei versetzte Einzelkreise erzielt wird. Im Interesse einer möglichst hohen Stufenverstärkung dienen nur die Schalt- und Eigenkapazitäten der Spulen und Röhren als Abstimmkapazitäten der Einzelkreise. Da diese Kapazitäten immer gewissen Streuungen unterworfen sind, schaltet man zweckmäßigerweise noch einen Trimmer mit einer Anfangskapazität von etwa 0,75 pF parallel, um für den





Abgleich mehr Variationsmöglichkeiten zu haben. Als Dämpfungswiderstände für die ZF-Kreise dienen die Gitterableitwiderstände und als Spulenkörper werden die im Handel überall erhältlichen 10,7-MHz-Bandfilter der Firma Neumann, Creuzburg (Werra), verwendet. Auf diese Spulenkörper bringt man auch die Tonfallen auf, die kapazitiv abgestimmt werden. Eine Schwingneigung des ZF-Verstärkers ist kaum zu befürchten, wenn man den Aufbau und die Verdrahtung sorgfältig durchführt. Kürzeste Leitungsführung und sorgfältige Abschirmung sind auch hier erforderlich. Die Verstärkung — und damit der Kontrast — wird durch Ändern der Gittervorspannung von $Rö_4$ in der zweiten ZF-Stufe mit P_1 geregelt. Sollte bei großen Feldstärken am Empfangsort bei dieser Art der Verstärkungsregelung eine Übersteuerung der Vorröhre eintreten, so muß man die Eingangsspannung durch ein Reduktionsglied im Eingang herabsetzen.

Die Verstärkung des ZF-Teiles ist etwa 750fach (einschließlich Mischverstärkung).

Bilder von links nach rechts:

Bild 1: Gesamtansicht des Gerätes von hinten. Die nach hinten herausgeführten Regler (von rechts nach links) haben folgende Funktionen: Bildbreite, Bildhöhe, Vertikallinearität (oben), Vertikallinearität (mittlerer Bildteil). Rechts neben der Bildröhre ist die Abschirmhaube des Zeilenkippgerätes zu erkennen

Bild 2: Gesamtansicht des Gerätes von vorn. Die Regler (von rechts nach links) haben folgende Funktionen:
1. Kanalumschalter und Feinabstimmung; 2. Kontrastregler; 3. Helligkeitsregler mit Bildschalter und Bildfrequenzregler; 4. Schärferegler; 5. Lautstärkeregler mit Netzschalter und Zeilenfrequenzregler. Rechts im Bild (über dem Kontrastregler) ist der Stiefelkörper mit dem Eingangskreis sichtbar

Bild 3: Blockschaltbild

Bild 4 unten: Stromlaufplan

Videoteil und Amplitudensieb

Zur Demodulation der Bild-ZF dient die Gitter-Katoden-Strecke des Triodensystems der $Rö_4$. Um ohne besondere Schwarzsteuerung auszukommen, werden die am Arbeitswiderstand dieser Diodenstrecke auftretenden negativen Videosignale galvanisch auf das Gitter des Videoverstärkers gegeben. An der Anode des Videoverstärkers (Pentodensystem der $Rö_5$) treten die Videosignale positiv auf und gelangen galvanisch auf die Katode der Bildröhre. Die im Gitter- und Katodenweg des Videoverstärkers bzw. der Bildröhre liegenden Seriendrosseln bilden zusammen mit den Röhrenkapazitäten und C_{19} zwei π-Filter, die den Frequenzgang des Verstärkers linearisieren. Die Grundhelligkeit wird am Potentiometer P_3 durch Ändern der Gittervorspannung der Bildröhre eingestellt. Das Triodensystem von $Rö_5$ dient zum Beschneiden des Impulsfußes der Synchronisiersignale und zur Phasenumkehr, außerdem wird eine gewisse Begrenzung von Störimpulsen erzielt. Mit den an der Triodenanode auftretenden negativen Impulsen wird das eigentliche Amplitudensieb (Gitter-Katoden-Strecke des Triodensystems von $Rö_3$) gesteuert, das die restlose Abtrennung des Bildinhaltes von den Synchronisiersignalen vornimmt, so daß hinter dieser Röhre völlig saubere Synchronimpulse zur Verfügung stehen. Der Spannungsteiler P_2 gestattet die optimale Einstellung des Synchronisierzustandes. Das am Arbeitswiderstand des Amplitudensiebes auftretende Impulsgemisch wird durch verschiedene RC-Glieder getrennt. Die Zeilenimpulse werden über ein einfaches Differenzierglied dem Zeilenkippgerät zugeführt. Für das Abtrennen der Vertikalimpulse wird eine dreifache Integration angewendet.

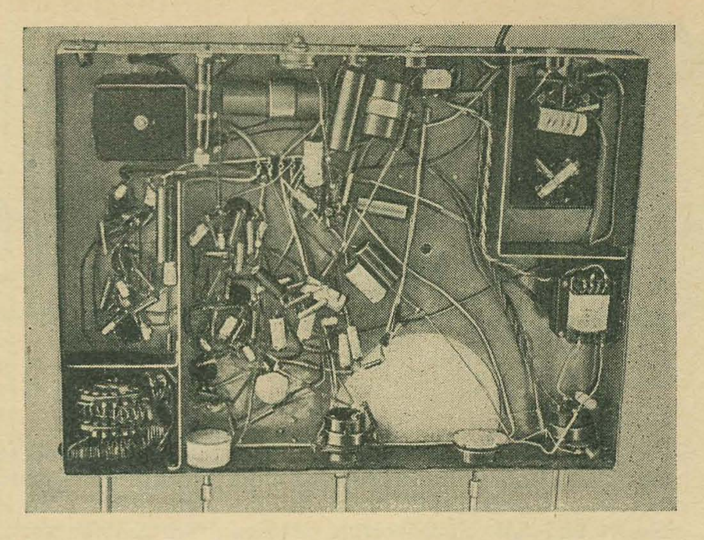


Bild 5: Verdrahtungsansicht des Empfängers. Links unten befindet sich der abgeschirmte Eingangsteil, links oben die Netzdrossel, daneben der Widerstand, an dem die Gittervorspannungen für den Tonteil abgegriffen werden. Deutlich sind auch die einzelnen Abschirmwände zu erkennen

Tabelle 1

Spule	Wicklung	Bemerkung
L_1	$2^1/_2$ Wdg. 1 mm CuL	zwischen L_2 gewickelt
L_2	$6^1/_2$ Wdg. 1,5 mm CuL	auf Stiefelkörper, Windungsabstand 3 mm
L_3	9 Wdg. 1 mm CuL	auf Stiefelkörper, Windungsabstand 2 mm
L_4	6 Wdg. 1 mm CuAg 10 mm ∅	20 mm freitragend gewickelt
L_5	2 Wdg. 1 mm CuAg 10 mm ∅	20 mm freitragend gewickelt
L_6	$2^1/_4$ Wdg. 1 mm CuAg 10 mm ∅	20 mm freitragend gewickelt
L_7	$6^1/_2$ Wdg. 1 mm CuAg 15 mm ∅	20 mm freitragend gewickelt
L_8	8 Wdg. 1 mm CuAg 15 mm ∅	20 mm freitragend gewickelt
L_9	14 Wdg. 1 mm CuAg 15 mm ∅	30 mm freitragend gewickelt
L_{10}	$2^1/_2$ Wdg. 1 mm CuAg 10 mm ∅	20 mm freitragend gewickelt
L_{11}	$1^1/_4$ Wdg. 1 mm CuAg 6 mm ∅	20 mm freitragend gewickelt
L_{12}	$1^1/_4$ Wdg. 1 mm CuAg 6 mm ∅	20 mm freitragend gewickelt
L_{13}	$2^1/_2$ Wdg. 1 mm CuAg 10 mm ∅	20 mm freitragend gewickelt
L_{14}	$3^1/_2$ Wdg. 1 mm CuAg 10 mm ∅	20 mm freitragend gewickelt
L_{15}	$3^1/_2$ Wdg. 1 mm CuAg 10 mm ∅	20 mm freitragend gewickelt
L_{16}	9 Wdg. 0,5 mm CuL	auf Bandfilterkörper Windungsabstand 4 mm
L_{17}	8 Wdg. 0,5 mm CuL	über L_{16} gewickelt
L_{18}	22 Wdg. 0,5 mm CuL	auf Stiefelkörper, Windungsabstand 1 mm
L_{19}	9 Wdg. 0,5 mm CuL	auf Bandfilterkörper Windungsabstand 4 mm
L_{20}	$8^1/_2$ Wdg. 0,5 mm CuL	auf Bandfilterkörper Windungsabstand 4 mm
L_{21}; L_{22}	170 Wdg. 0,15 mm CuL 12,5 mm ∅	30 mm auf Pertinaxrohr
L_{23}; L_{24} / L_{25}; L_{26}	8 Wdg. 0,5 mm CuL	auf Bandfilterkörper Windungsabstand 0,5 mm Wicklungsabstand 10 mm

Tabelle 2

Teil	Wicklung	Bemerkung
$Ü_1$ W_1	1500 Wdg. 0,1 mm CuL	
W_2	3000 Wdg. 0,1 mm CuL	
W_3	300 Wdg. 0,1 mm CuL	Anzapfung bei 150 Wdg.
$Ü_2$ W_1	6000 Wdg. 0,16 mm CuL	
W_2	60 Wdg. 1,05 mm CuL	
$Ü_3$ W_1	250 Wdg. 0,22 mm CuLS	Kammer 3 90 Wdg.
	(Anzapfung bei 180 Wdg.)	Kammern 4 und 5 je 80 Wdg.
W_2	12 Wdg. 0,22 mm CuLS	Kammer 1
W_3	13 Wdg. 0,8 mm CuLS	Kammer 2
W_4	810 Wdg. 0,1 mm CuLS	Kammer 6 210 Wdg.
W_5	1 Wdg. 0,5 mm Cu Schaltdraht	Kammer 7 bis 9 je 200 Wdg.
		Kammer 10
Fsp	27000 Wdg. 0,14 mm CuL	
Hsp	2 × 75 Wdg. 0,74 mm CuL	mit Schablone gewickelt; Anfänge der Halbspulen miteinander verbunden; Halbspulen auf Schablone nach verschiedenen Seiten gewickelt.
Vsp	2 × 80 Wdg. 0,74 mm CuL	mit Schablone gewickelt; Anfänge der Halbspulen miteinander verbunden; Halbspulen auf Schablone nach verschiedenen Seiten gewickelt.

Tonteil

Bei diesem Gerät wurde das Paralleltonverfahren gewählt. Mit einer Bildträger-ZF von 38,9 MHz ergibt sich der OIR-Norm entsprechend eine Ton-ZF von 32,4 MHz, die hinter der Mischröhre ausgekoppelt wird. Für den Ton-ZF-Verstärker finden die gleichen Spulenkörper wie für den Bild-ZF-Verstärker Verwendung.

Infolge der geringen Steilheit der EBF 80, deren Verstärkung allein nicht ausreicht, wurde das Triodensystem von $Rö_2$ zur Vorverstärkung herangezogen. Da bei diesem Triodensystem wegen der großen Gitter-Anoden-Kapazität eine Selbsterregung eintreten würde, mußte in dieser Stufe eine Neutralisation vorgenommen werden. L_{18} bildet hierbei mit der Gitter-Anoden-Kapazität und der Spulen- und Schaltkapazität einen Parallelresonanzkreis, dessen hoher Resonanzwiderstand eine Rückwirkung ausschließt. Zur Demodulation dient ein Flankengleichrichter. Der Flankengleichrichter besitzt den Vorzug, daß er billig ist und sich einfach abgleichen läßt. Der folgende NF-Vorverstärker und die Tonendstufe mit der PCL 81 sind normal aufgebaut. Wenn das Klangbild zu hell empfunden wird, verbindet man das Triodengitter von $Rö_8$ über einen 200-pF-Kondensator mit Masse.

Kippgeräte

Im Vertikalkippgerät ist eine PCL 81 eingesetzt. Das Triodensystem der $Rö_9$ arbeitet als Sperrschwinger. Über die Wirkungsweise des Sperrschwingers sei hier nur gesagt, daß es sich dabei praktisch um ein Audion mit sehr fester Rück-

kopplung handelt. Die Bildfrequenz wird mit P_4 durch Ändern der Entladezeitkonstante eingestellt. Durch Verändern der Steuerspannung der Endstufe ist die Bildhöhe mit P_5 regelbar. Um die Einflüsse des Vertikalausgangsübertragers auf die Linearität des Sägezahnstromes zu kompensieren, ist neben einer Gegenkopplung eine Änderung der Gittervorspannung mit P_6 möglich; außerdem kann man mit P_7 die Steuerspannung am Endstufengitter parabelförmig verschleifen. P_6 regelt dabei die Linearität des oberen Bildteiles und P_7 in Bildmitte.

Der Sperrschwingertrafo weist ein Übersetzungsverhältnis von 1:2 vom Anoden- zum Gitterkreis auf. Außerdem trägt er noch eine besondere Synchronisierwicklung. Hier läßt sich ohne weiteres ein kleiner NF-Übertrager mit ü = 1 : 2 bis 1 : 3 verwenden, auf den man allerdings noch die Synchronisierwicklung aufbringen müßte. Die Wickeldaten für den Sperrschwingertrafo sowie den Vertikalausgangsübertrager und die Ablenkspulen sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Da die Ablenkspulen und der Vertikalausgangsübertrager eine Einheit bilden, muß man beim Verwenden einer von der Industrie hergestellten Fokussier- und Ablenkeinheit auch einen zu dieser Ablenkeinheit passenden Übertrager verwenden. Dasselbe gilt sinngemäß auch für die Zeilenablenkspulen und den Zeilentrafo.

In der Horizontalablenkstufe arbeitet eine PL 81 zusammen mit dem Zeilentrafo als selbstschwingender Sägezahnstromgenerator. Diese Stufe ähnelt im Prinzip dem Sperrschwinger, allerdings bestehen wegen der höheren Frequenz einige Unterschiede, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann. Die Zeilenfrequenz ist durch Änderung der Zeitkonstante des im Gitterkreis liegenden RC-Gliedes mit P_8 regelbar. Die Zeilenlänge und damit die Bildbreite läßt sich durch Änderung der Speisespannung mit P_9 einstellen. Ein Linearitätsregler ist in dieser Stufe nicht erforderlich, da hierfür die Innenwiderstände von $Rö_{12}$ und $Rö_{10}$ bestimmend sind. Die Schalterdiode PY 81 dient zur Rücklaufdämpfung und zur Rückgewinnung der Spulenenergie. Die so zurückgewonnene Energie lädt hierbei C_{54} auf, dessen Ladespannung mit der Betriebsspannung in Reihe geschaltet ist und die erforderliche Anodenspannung von 450 V für die Ablenkstufe und die Schirmgitterspannung für die Bildröhre liefert. Die an der Anode der $Rö_{10}$ beim Zeilenrücklauf auftretende positive Spannungsspitze von etwa 3 kV wird auf 10 kV hochtransformiert und durch $Rö_{11}$ gleichgerichtet. Im Mustergerät wurde für $Rö_{11}$ die 1 Z 1 eingesetzt, allerdings kann ohne weiteres auch die EY 51 oder die DY 86 verwendet werden. Bei der ersten Inbetriebnahme muß durch sorgfältigen Abgleich von R_{64} die richtige Heizspannung eingestellt werden. Hierbei ist zu beachten, daß die Heizspannung mit normalen Instrumenten nicht meßbar ist (Impulsspannung). Aus diesem Grunde muß der richtige Wert der Heizspannung nach der Helligkeit des Heizfadens eingeregelt werden. Für den Zeilentrafo findet ein Kernpaket M 65 aus dünnem und hochlegiertem Blech Verwendung. Der Wickelkörper wird aus 2 und 3 mm dicken Pertinaxplatten hergestellt. Die Wicklung wird als Scheibenwicklung ausgeführt. Besonders sorgfältig muß die Hochspannungs- und Anodenwicklung angefertigt werden, wobei nur Draht mit Lack-Seidenisolation brauchbar ist. Außerdem muß bei diesen Wicklungen nach jeder Lage eine Lackpapierisolation von 2×0,1 mm vorgesehen werden. Besondere Lötösenleisten sind am Trafo nicht vorhanden.

Wird fortgesetzt

WERNER WUNDERLICH

1. Teil siehe Heft 2 (1956) Seite 48 bis 51

Konstruktions- und Bauanleitung für ein Vielfachmeßgerät 2. Teil

Bauanleitung

Wird beim Aufbau des Gerätes nur für das Chassis und die Frontplatte Aluminium verwendet, ist darauf zu achten, daß der Oszillator des L/C-Meßteils vollständig abgeschirmt werden muß, was sonst nur zu den Meßkreisen hin notwendig ist.

Die ausgewählten Einzelteile sind in fast jedem Radiogeschäft erhältlich, so daß sich sicher nur geringfügige Abweichungen vom Bohrplan (Bild 10) ergeben. Die Anordnung der Einzelteile auf der Frontplatte geht aus den Bildern 1 [Heft 2 (1956)] und 10 hervor. Die Befestigungsschrauben auf der Frontplatte sind Senkschrauben. Die Löcher im unteren Teil der Frontplatte, die auch gleichzeitig durch die Chassisvorderseite gehen, werden erst gebohrt, wenn alle anderen Bohrungen auf der Frontplatte, der Chassisfläche und der Chassisrückseite durchgeführt und die Frontplatte und das Chassis zusammenmontiert sind. Hierdurch erreicht man eine genaue Übereinstimmung der Löcher auf der Frontplatte und der Chassisvorderseite. Danach erfolgt die Montage der Einzelteile. Dabei ist es zweckmäßig, die Vor- und Nebenwiderstände für den U/I-Meßteil auf Pertinaxbrettchen mit Löt-

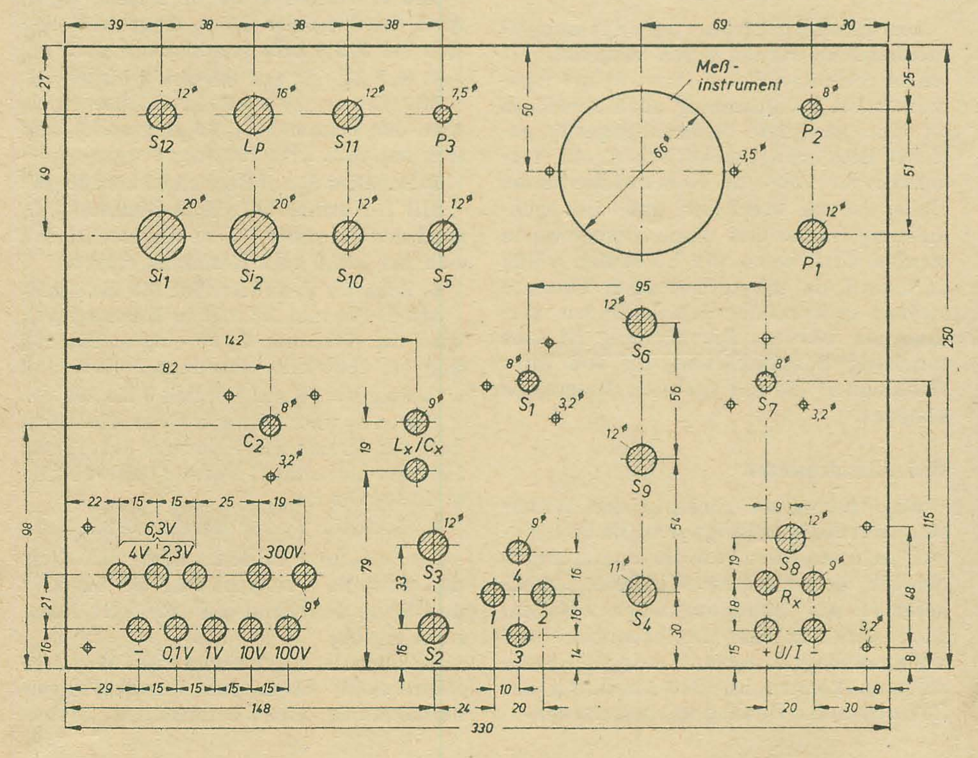


Bild 10: Bohrplan für die Frontplatte

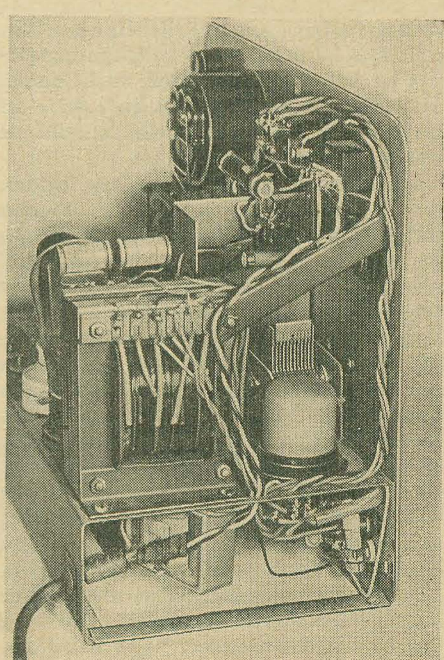


Bild 11 Auf eine gute Abschirmung des Oszillators ist beim Aufbau besonders zu achten

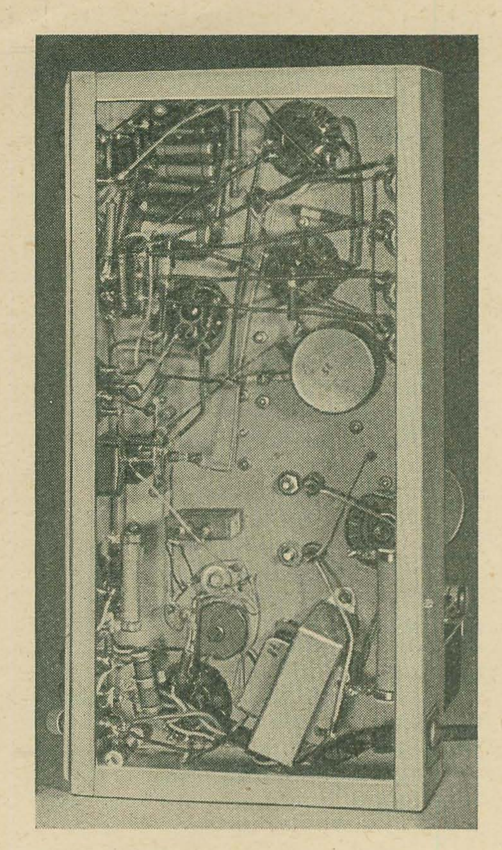


Bild 12: Ein Blick auf die Verdrahtung der Chassisunterseite

ösen aufzubauen. Der Nebenwiderstand für den 1-A-Bereich wird aus 1 mm dickem Kupferdraht als Spirale gewickelt.

Hat das Chassis andere Abmessungen als in der Bohrschablone angegeben, können die Einzelteile mit Ausnahme der zum L/C-Meßteil gehörigen und der Röhre 6H6, deren Anschlüsse dicht neben den Eingangsbuchsen liegen müssen, ohne weiteres anders angeordnet werden. Beim Aufbau ist besonders darauf zu achten, daß das Meßinstrument niemals direkt über Röhren oder anderen sich erwärmenden Bauteilen angeordnet wird, um große Temperaturfehler bei den Messungen zu vermeiden. Alle Hochfrequenz führenden Leitungen im L/C-Meßteil sind möglichst kurz zu halten, ebenso die Verbindung vom kleinsten Widerstand des Spannungsteilers im Widerstandsmeßteil nach Masse. Auch diese sollte möglichst kurz sein, um die Eichung des 0,1-V-Bereiches nicht zu erschweren.

Die Verbindungen zwischen beiden Schalterebenen im U/I-Meßteil werden bereits vor Einbau des Schalters ausgeführt. Wir beginnen die Verdrahtung zweckmäßig bei den Heizleitungen, die verdrillt verlegt werden. Dann folgen Netzteil, U/I-Meßteil, Widerstandsmeßteil, Röhrenvoltmeter und schließlich der L/C-Meßteil. Als Skalenblatt für den L/C-Meßteil kann eine VE-Skala mit 100 Teilstrichen verwendet werden. Die Stationsnamen lassen sich mit Spiritus abwaschen. Den Skalenzeiger stellt man sich selbst aus durchsichtigem Zelluloid oder Plexiglas her und klebt ihn auf einen handlichen Drehknopf, der nicht zu klein sein soll. Der Zeigerstrich wird mit einer Reißnadel eingeritzt und mit schwarzer Tusche ausgelegt. Ferner ist zu beachten, daß sowohl im Netzteil als auch im U/I- und Widerstandsmeßteil der Durchmesser des verwendeten Schaltdrahtes nicht kleiner als 1 mm sein darf.

Abgleich und Eichung des Gerätes

Röhrenvoltmeter

Zum Eichen des Röhrenvoltmeters benötigen wir reine Gleichspannungen. Die erforderlichen Teilspannungen werden von einem Spannungsteiler abgegriffen. Zur Eichung selbst wird dem Röhrenvoltmeter ein gutes geeichtes Meßinstrument als Normal parallel geschaltet. Mit dem Potentiometer P_4 [Bild 4 im Heft 2 (1956)] wird zunächst der gewünschte Skalenverlauf (im allgemeinen linear) eingestellt. Wir stellen den Schleifer etwa auf die Mitte des Widerstandes ein und legen nacheinander verschiedene Spannungen (1, 2, 3 bis etwa 7 V) an die Eingangsbuchsen. Die gefundenen Meßwerte werden in ein Diagramm eingezeichnet. P_4 ist so lange zu verstellen, bis die im Diagramm eingezeichneten Meßwerte durch eine Gerade verbunden werden können.

Dann sind nacheinander die einzelnen Meßbereiche abzugleichen. Die am Spannungsteiler der Spannungsquelle abgenommene Spannung wird allmählich auf den Endwert des Meßbereiches erhöht und das Instrument durch entsprechendes Einstellen der zugehörigen Potentiometer P_5 bis P_8 auf Vollausschlag eingeregelt. Zum Schluß ist der Widerstand R_4 so abzugleichen, daß bei Vollausschlag des Instrumentes zwischen Buchse 1 und 3 die doppelte Meßspannung liegt wie beim Anschluß an Buchse 1 und 2.

Die Skala für Wechselspannungsmessungen wird als Eichkurve aufgenommen und auf Millimeterpapier gezeichnet. Zur Eichung kann Netzwechselstrom von 50 Hz benutzt werden.

U/I-Meßteil für Gleichstrom

Die einzelnen Strom- und Spannungsmeßbereiche werden durch Vergleich mit einem geeichten Strom- bzw. Spannungsmesser bei Vollausschlag nach Anschluß an eine geeignete Spannungsquelle geeicht. Dies erfolgt praktisch durch Verändern der Vor- und Nebenwiderstände. Dabei ist zu beachten, daß die Eichmessung immer erst dann vorgenommen werden darf, wenn die Lötstellen völlig kalt sind, da die auftretenden Thermoströme anderenfalls Fehleichungen verursachen würden. Die Eichung ist sehr sorgfältig durchzuführen, da von ihrer Genauigkeit die der späteren Messungen abhängt.

Widerstandsmeßteil

Eine besondere Eichung des Widerstandsmeßteils erübrigt sich. Es ist lediglich zu überprüfen, ob die Spannungen, die für die einzelnen Widerstandsmeßbereiche am Spannungsteiler abfallen, auch wirklich das Meßinstrument auf Vollausschlag bringen. Geringe Abweichungen können im Betrieb durch das Potentiometer P_3 ausgeglichen werden.

L/C-Meßteil

Die Eichung des L/C-Meßteils geht folgendermaßen vor sich:

1. Die errechnete Anfangs- und Endfrequenz wird mit L_1 und C_3 an den Endmarken der Skala eingestellt. Der Abgleich wird stets mit C_3 beendet.

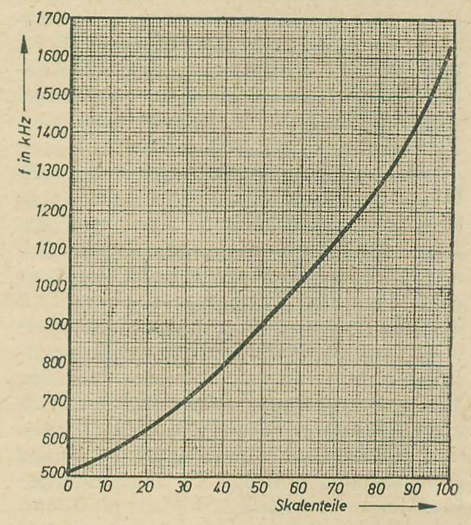


Bild 13: Eichkurve des Oszillators im L/C-Meßteil

2. Vom Oszillator wird eine Frequenzkurve aufgenommen und auf Millimeterpapier gezeichnet (Bild 13). Dies erfolgt entweder durch Frequenzvergleich mit einem geeichten Empfänger oder besser mit einem geeichten Prüfgenerator. Benutzen wir einen Prüfgenerator, ist sein Ausgang und die am heißen Ende des Oszillators liegende L/C-Meßbuchse mit dem Eingang eines Empfängers mit dem entsprechenden Frequenzbereich zu verbinden. Es genügt ein Detektorempfänger, den man für diesen Zweck provisorisch aufbaut. Der Frequenzvergleich erfolgt durch „Einpfeifen auf Schwebungslücke".

3. Schalter S_1 auf Bereich 0,8 bis 8 μH. Mit L-Normal 8 μH in Buchse L_x/C_x wird der Trimmer C_{14} so eingestellt, daß sich bei 513,6 kHz Resonanz ergibt.

4. Schalter S_1 auf Bereich 8 bis 80 μH. Mit L-Normal 8 μH in Buchse L_x/C_x wird der Trimmer C_{12} so eingestellt, daß sich bei 1624 kHz Resonanz ergibt.

5. Schalter S_1 auf Bereich 80 bis 800 μH. Mit L-Normal 800 μH in Buchse L_x/C_x wird der Trimmer C_{10} so eingestellt, daß sich bei 513,6 kHz Resonanz ergibt.

6. Schalter S_1 auf Bereich 0,8 bis 8 mH. Mit L-Normal 0,8 mH in Buchse L_x/C_x wird der Trimmer C_8 so eingestellt, daß sich bei 1624 kHz Resonanz ergibt.

7. Schalter S_1 auf Bereich 0 bis 500 pF. Spule L_3 und Trimmer C_7 so einstellen, daß der Kreis mit C-Normal 500 pF bei 540 kHz und ohne C-Normal bei 1620 kHz in Resonanz ist.

8. Schalter S_1 auf Bereich 0 bis 5 nF. Spule L_4 und Trimmer C_6 so einstellen, daß sich mit C-Normal 5 nF bei 540 kHz und ohne C-Normal bei 1620 kHz Resonanz ergibt.

L-Normale sind wegen der Abgleichmöglichkeit durch den Eisenkern verhältnismäßig leicht herzustellen. Stehen

keine einwandfreien C-Normale zur Verfügung, so kann man einen Kondensator auswählen, dessen Nennkapazität der geforderten Kapazität des C-Normals entspricht, und mißt den genauen Kapazitätswert dieses Kondensators auf einer geeichten C-Meßbrücke (statt C-Normal 500 pF zum Beispiel 494 pF oder 507 pF).

Tabelle 2

0,8 μH	1624 kHz
0,9 μH	1532 kHz
1 μH	1453 kHz
1,5 μH	1186 kHz
2 μH	1025 kHz
2,5 μH	919 kHz
3 μH	839 kHz
4 μH	726 kHz
5 μH	650 kHz
6 μH	593 kHz
7 μH	549 kHz
8 μH	513,6 kHz
8,25 μH	512,5 kHz

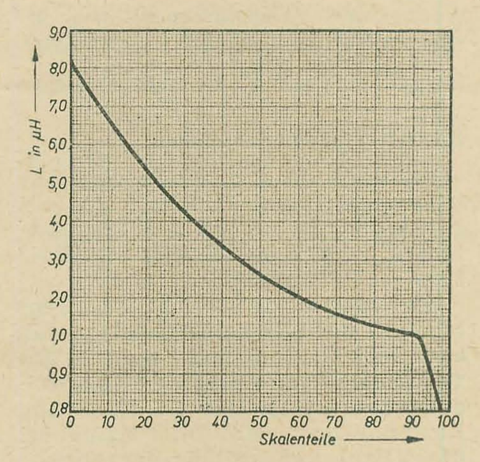


Bild 14: Eichkurven für die Induktivitätsmessungen

Tabelle 3

0 pF	1620 kHz
10 pF	1517 kHz
20 pF	1425 kHz
30 pF	1348 kHz
40 pF	1283 kHz
50 pF	1225 kHz
100 pF	1023 kHz
200 pF	807,5 kHz
300 pF	688 kHz
400 pF	609,4 kHz
500 pF	553 kHz
550 pF	530 kHz

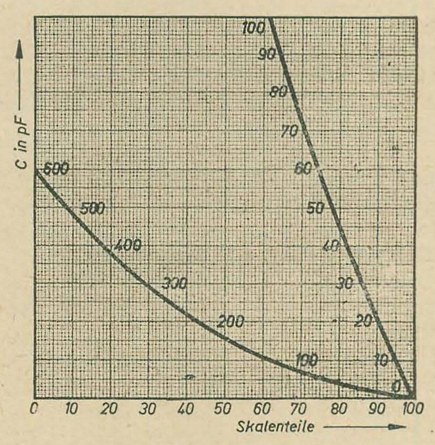


Bild 15: Eichkurven für die Kapazitätsmessungen

Dann errechnet man nach der Formel

$$f = \sqrt{\frac{2{,}535 \cdot 10^4}{C \cdot L}} \qquad (30)$$

die Frequenz, bei welcher der Kondensator in Stellung 0 bis 500 pF des Schalters S_1 (bzw. bei etwa 5 nF in Stellung 0 bis 5 nF) Resonanz ergeben muß, und gleicht weiter, wie unter Punkt 7 und 8 beschrieben, ab. An Stelle der Frequenz 540 kHz ist nur die jetzt errechnete Frequenz zu setzen.

Zur Anfertigung der Eichkurve für L-Messungen werden die zugehörigen Frequenzen für eine Reihe von Eichpunkten nach Gleichung (30) berechnet (Tabelle 2) und danach die Eichkurve gezeichnet (Bild 14).

Das gleiche gilt auch für die Eichkurve für C-Messungen. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß zu den Meßwerten, die in die Gleichung (30) für C eingesetzt werden, stets die nach Gleichung (27) errechnete Anfangskapazität C_a zu addieren ist (Tabelle 3 und Bild 15). Da sich alle L- und C-Bereiche decken, sind die Frequenzen nach Formel (30) nur für je einen L- bzw. C-Bereich zu berechnen.

Zusammenstellung der verwendeten Einzelteile

1 Netztrafo TN 85 (2 × 300 V, 85 mA)
1 Netzdrossel 100 mA
1 Glimmlampe Typ 6713 mit Aufbaufassung
1 Drehspulmeßwerk 0,1 mA
1 Meßumschalter 2 × 15 Kontakte
1 Meßumschalter 1 × 7 Kontakte
1 Meßumschalter 2 × 4 Kontakte
4 zweipolige Umschalter
2 zweipolige Ausschalter
2 einpolige Ausschalter
2 Sicherungseinbauelemente
1 Skalenlampe 4 V, 0,1 A
1 Einbaufassung für Signallampe
1 Luftdrehko 500 pF
3 Eisenkernspulenkörper
11 isolierte Buchsen, schwarz
7 isolierte Buchsen, rot
2 isolierte Buchsen, blau
3 Röhren EF 12 mit Fassungen
1 Röhre AZ 12 mit Fassung
1 Röhre 6 H 6 mit Fassung
5 Skalenknöpfe

Potentiometer

P_1	1 kΩ, ar.
P_2	500 Ω, ar.
P_3	1 kΩ, ar.
P_4	4 kΩ, ar.
P_5 bis P_8	je 1 kΩ, ar.

Widerstände

R_1	0,5 MΩ, 0,25 W
R_2	50 kΩ, 0,5 W
R_3	3 MΩ, 0,25 W
R_4	10 MΩ, 0,25 W
R_5	5 MΩ, 0,25 W
R_6	4,5 MΩ, 0,25 W
R_7	400 kΩ, 0,25 W
R_8	100 kΩ, 0,25 W
R_9	2,2 kΩ, 0,25 W
R_{10}	5 kΩ, 0,25 W
R_{11}	100 kΩ, 0,5 W
R_{12}	500 Ω, 0,25 W
R_{13}	5 kΩ, 0,25 W
R_{14}	2,2 kΩ, 0,25 W
R_{15}	2,5 kΩ, 50 W
R_{16}	3,5 kΩ, 4 W
R_{17}	4 kΩ, 10 W
R_{18}	2,7 kΩ, 4 W
R_{19}	270 Ω, 1 W
R_{20}	27 Ω, 1 W
R_{21}	2,7 Ω, 1 W
R_{22} bis R_{33}	je nach Bereich und Meßwerk

Kondensatoren

C_1	100 pF, keramisch
C_2	500 pF, Luftdrehko
C_3	Trimmer Ko 2496 (Hescho)
C_4	1 μF/300 V
C_5	600 pF, keramisch
C_6	Trimmer Ko 2502 (Hescho)
C_7	Trimmer Ko 2502 (Hescho)
C_8	Trimmer Ko 2514 (Hescho)
C_9	30 pF, keramisch
C_{10}	Trimmer Ko 2504 (Hescho)
C_{11}	1,1 nF, keramisch
C_{12}	Trimmer Ko 2504 (Hescho)
C_{13}	12 nF (Nennwert, mit C_{14} auf 12 nF abgleichen)
C_{14}	Trimmer Ko 2504 (Hescho)
C_{15}	100 pF, keramisch
C_{16}	10 nF/250 V „d“
C_{17}	20 nF/250 V „d“
C_{18}	10 nF/500 V ~
C_{19}	10 nF/500 V ~
C_{20}	8 μF/350 V, Elko
C_{21}	8 μF/350 V, Elko

Eine neue Valvo-Katodenstrahlröhre

Als Paralleltyp zu der bekannten Oszillografenröhre DG 7-32 hat Valvo jetzt eine neue Röhre mit der Bezeichnung DG 7-31 entwickelt. Die Röhre arbeitet mit der niedrigen Anodenspannung von 450 V und läßt sich wegen der eindeutigen Angaben des Schirmbildes als Ersatz für Meßinstrumente verwenden.

Die DG 7-31 zeichnet sich gegenüber den Vorgängertypen durch asymmetrische Ablenkung aus, so daß sich die Schaltung für die Zeitablenkung erheblich vereinfacht. Die hohe Ablenkempfindlichkeit beider Plattenpaare ermöglicht den Aufbau von Oszillografenverstärkern mit geringem Aufwand.

Die ausnutzbare Schirmfläche der Röhre DG 7-31 ist nach keiner Seite durch die Plattenkonstruktion begrenzt. Die bei niedriger Spannung leicht auftretenden Schirmaufladungen werden durch eine leitende Schicht zwischen Glas und fluoreszierender Schicht vermieden. Das Schirmbild ist somit unempfindlich gegen Berührung, so daß unter anderem auch Amplitudenmessungen möglich sind.

Die wesentlichen technischen Daten der DG 7-31 sind:

$U_{g2,4}$ = 450 bis 800 V
U_{g3} = 1 bis 120 V
U_{g1} = —40 bis —90 V
N_1 = 0,35 bis 0,45 mm/V
(Empfindlichkeit senkrecht)
N_2 = 0,22 bis 0,28 mm/V
(Empfindlichkeit waagerecht)

-ger

F. MÖHRING

Kanaleinteilung der UKW- und Fernsehbänder

Gemäß der auf der Weltnachrichtenkonferenz von Atlantic City festgelegten Frequenzverteilung stehen für Rundfunk und Fernsehen Frequenzen im Gebiet von 41 bis 216 MHz zur Verfügung. Hinzu kommen noch Frequenzen im Dezimetergebiet von 470 bis 960 MHz. Durch die auf der Stockholmer UKW-Rundfunkkonferenz durchgeführte Verteilung der Frequenzen sollte von vornherein eine sinnvolle Sendernetzplanung erzielt werden. Auf dieser Konferenz wurden für das Gebiet von Europa unter Berücksichtigung des Problems der Überreichweiten und der geografischen Gegebenheiten 2100 UKW-Rundfunksender und 360 Fernsehsender vorgesehen.

Sicherheitsabstände

Wegen der geringen Anzahl der zur Verfügung stehenden Frequenzkanäle konnte man nicht jedem Sender eine andere Frequenz zuweisen, sondern mußte zu dem vom Mittelwellenrundfunk her bekannten Verfahren des Gleichkanalbetriebes übergehen, das heißt, daß an mehrere Sender, die einen gewissen räumlichen Abstand voneinander besitzen, die gleiche Frequenz bzw. der gleiche Kanal vergeben wird. Das bedingt jedoch gewisse Sicherheitsabstände und bestimmte Begrenzungen der effektiven Strahlungsleistung dieser Sender.

Die Sicherheitsabstände wurden wie folgt festgelegt:

Band I: (für Fernsehen)
270 km bei 0,1 kW effektiver Strahlungsleistung
510 km bei 10 kW effektiver Strahlungsleistung
710 km bei 100 kW effektiver Strahlungsleistung

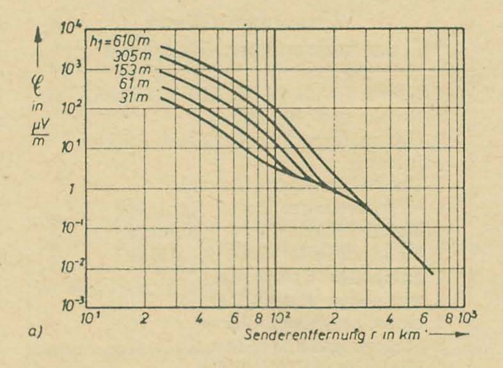
Band II: (für UKW-Hörrundfunk)
100 km bei 0,1 kW effektiver Strahlungsleistung
280 km bei 10 kW effektiver Strahlungsleistung
380 km bei 100 kW effektiver Strahlungsleistung

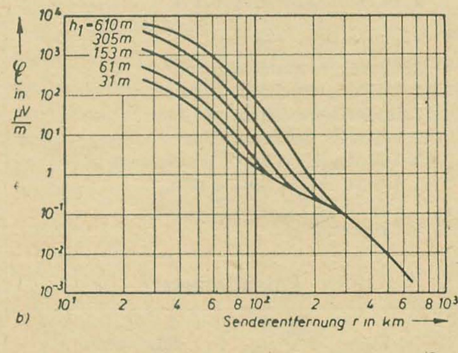
Band III: (für Fernsehen)
210 km bei 0,1 kW effektiver Strahlungsleistung
430 km bei 10 kW effektiver Strahlungsleistung
570 km bei 100 kW effektiver Strahlungsleistung

Die angegebenen Leistungen der Fernsehsender sind Impulsspitzenleistungen gemäß den bei Negativmodulation auftretenden Amplitudenwerten, wo dem Wert „weiß" 15%, dem Wert „schwarz" 75% und den Synchronisierimpulsen 100% der Maximalamplitude zugeordnet werden.

Aus der Gegenüberstellung der Sicherheitsabstände für UKW-Rundfunk und Fernsehen erkennt man, daß beim Fernsehen wesentlich größere Sicherheitsabstände eingehalten werden müssen als beim UKW-Rundfunk. Dies wird verständlich, wenn man bedenkt, daß beim Fernsehen von der Amplitudenmodulation Gebrauch gemacht wird, bei der sich eine Störunterdrückung mit einfachen Mitteln nicht durchführen läßt, wie etwa in einem Empfangsgerät für frequenzmodulierte Tonrundfunksendungen. Im letzteren Fall ist es bereits möglich, einen störenden Sender zu unterdrücken, wenn dessen Feldstärke im Verhältnis 1 : 5 zu der des Nutzsenders steht.

Das Ziel der Sendernetzplanung ist es weiterhin, die Sender innerhalb eines bestimmten Gebietes so anzuordnen, daß eine möglichst lückenlose Versorgung der Bevölkerung mit dem Programm dieser Sender möglich ist. Dazu ist es erforderlich, daß an jedem Empfangsort eine bestimmte Mindestfeldstärke vorhanden und ein gewisser Störabstand zwischen Nutz- und Störsignal gewährleistet ist. Als Maß für die Versorgung dient der Begriff der sogenannten Schutzfeldstärke und damit zusammenhängend der Versorgungsradius. Die Schutzfeldstärke ist der Feldstärkewert, den der Nutzsender am Rand des Versorgungsgebietes auf Grund der Ausbreitungsverhältnisse liefert und der, unter Einfluß sämtlicher Störer, einen einwandfreien Empfang während eines bestimmten, der Planung zugrunde gelegten Prozentsatzes der Zeit gewährleistet.





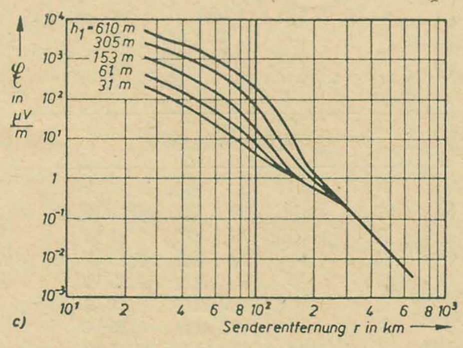


Bild 1: Abhängigkeit der Feldstärke von der Senderentfernung
a) Fernsehband I (Frequenz 63 MHz)
b) Fernsehband III (Frequenz 195 MHz)
c) UKW-Tonrundfunkband II (Frequenz 98 MHz)

Die auf der Stockholmer Rundfunkkonferenz ausgearbeiteten Feldstärkenkurven für die UKW- und Fernsehsender zur Bestimmung der Feldstärke am jeweiligen Empfangsort sind im Bild 1a bis c für die Fernsehbänder I und III und für das UKW-Tonrundfunkband (Band II) dargestellt. Die Abhängigkeit der Feldstärke von der Senderentfernung gilt für eine Strahlungsleistung von 1 kW bei verschiedenen Aufstellungshöhen (h_1) der Sendeantenne. Die Höhe der sogenannten Empfangsnormalantenne beträgt 9 m. Für andere Strahlungsleistungen (N_s in kW) sind die angeführten Feldstärken mit $\sqrt{N_s}$, bei anderen Aufstellungshöhen (h_2) der Empfangsantenne mit $\frac{h_2}{9}$ zu multiplizieren.

Das UKW-Tonrundfunkband

Das UKW-Band II, das für die Übertragung von Tonrundfunksendungen freigegeben wurde, umfaßt den Frequenzbereich von 87,5 bis 100 MHz = 3,42 bis 3 m.

Als Kanalabstand hat sich für den Tonrundfunk 300 kHz durchgesetzt, so daß nach CCIR im Band II 42 Kanäle für den Tonrundfunk zur Verfügung stehen, wodurch sich die im Bild 2b dargestellte Kanaleinteilung ergibt. Diese beginnt bei 87,6 MHz, jedoch trägt der Kanal bereits die Bezeichnung „2". Das ergab sich aus der vor der Stockholmer UKW-Konferenz üblichen Kanaleinteilung.

Die Frequenzverteilung nach OIR verzichtet auf 0,5 MHz am Anfang des Bandes und beginnt die Kanaleinteilung bei 88 MHz, so daß sich nur 41 Kanäle ergeben (Bild 2a).

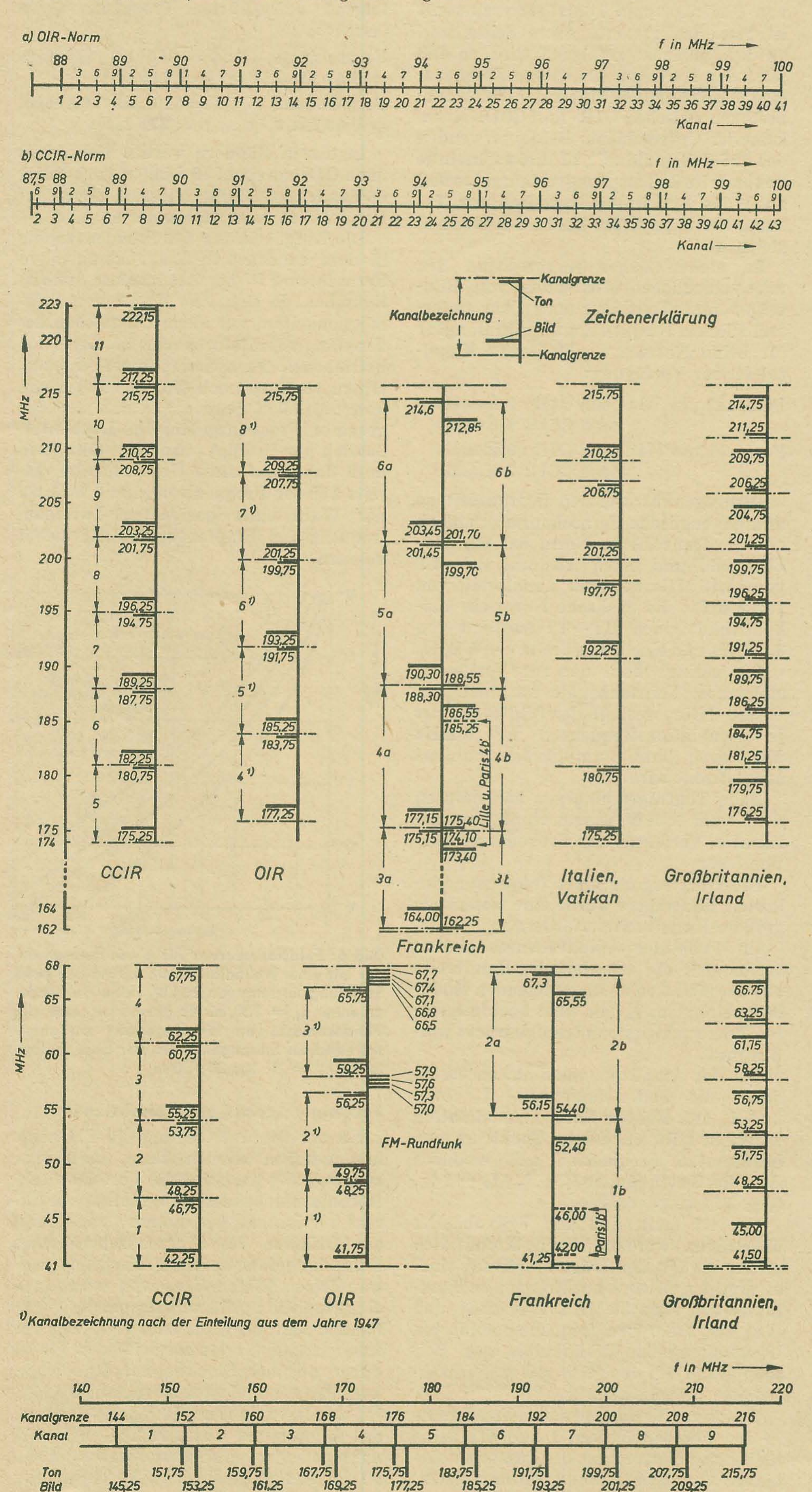
Beim UKW-Tonrundfunk wird vom Verfahren der Frequenzmodulation (FM) Gebrauch gemacht. Dabei ändert sich, im Gegensatz zur Amplitudenmodulation (AM), nicht die Amplitude der Schwingung, sondern die Frequenz, wobei man die Frequenzabweichung von der Bandmitte als Frequenzhub bezeichnet. Der Frequenzhub ist proportional der Amplitude der Modulationsschwingung (Sprachschwingung), in diesem Fall also der Lautstärke, während die Pendelungsfrequenzen um die Bandmittenfrequenz der Höhe der Sprachfrequenz proportional sind.

Macht man nunmehr den Frequenzhub groß gegenüber der höchsten zu übertragenden Modulationsfrequenz, so läßt sich im Verein mit schaltungstechnischen Maßnahmen auf der Empfängerseite (Begrenzer) eine wirkungsvolle Störunterdrückung erzielen. Als Frequenzhub wurde maximal ± 75 kHz festgelegt und als höchste zu übertragende Modulationsfrequenz 15 kHz, so daß sich ein Modulationsindex von 5 ergibt. Gleichzeitig damit muß auch eine Ausweitung des Frequenzumfanges nach den tiefen Frequenz-

lagen hin vorgenommen werden, damit die Sendung ihren natürlichen Klangcharakter behält und nicht dünn und spitz klingt.

Als Mindestfeldstärke innerhalb des Versorgungsbereiches eines UKW-Senders wurden 1 mV/m für das Stadtgebiet und 0,25 mV/m für ländliche Gebiete vorgesehen.

Der Störabstand soll 26 db nicht unterschreiten. Das bedeutet, daß das lineare Verhältnis zwischen Störspannung und Nutzspannung mindestens 1 : 20 betragen soll.



Die Fernsehbänder

Bei einer Fernsehsendung muß sowohl der Bildinhalt als auch der Toninhalt des Begleittones übertragen werden. Zur Übertragung des Bildinhaltes ist jedoch ein wesentlich größerer Frequenzumfang erforderlich als zur Übertragung des Toninhaltes. Während für Musik- und Sprachsendungen Modulationsfrequenzen bis zu 10 kHz erforderlich sind, liegen die höchsten Modulationsfrequenzen des Bildinhaltes bei etwa 6 bis 7 MHz. Dies ergibt sich aus der bei der Abtastung des Bildes verwendeten Bildpunktzahl (Bildpunktzahl je Zeile mal Zeilenzahl) und der Bildwechselfrequenz.

Zur Übertragung einer Fernsehsendung war man daher von vornherein gezwungen, das Gebiet der ultrakurzen Wellen heranzuziehen, da die Trägerfrequenz um ein Vielfaches höher sein muß als die höchsten zu übertragenden Modulationsfrequenzen.

Für den Fernsehempfang stehen entsprechend den Festlegungen der Stockholmer Rundfunkkonferenz die nachfolgend aufgeführten Frequenzen zur Verfügung:

Fernsehband I: f = 41 bis 68 MHz ≙ 7,32 bis 4,41 m, b = 27 MHz

Fernsehband III: f = 174 bis 216 MHz ≙ 1,72 bis 1,39 m, b = 42 MHz

(b = Bandbreite des gesamten Fernsehbandes).

Frequenzlage der Fernsehbänder (CCIR)

Gemäß Vorschlag des CCIR wird außerdem die Erweiterung des Bandes III nach den hohen Frequenzen hin um einen Kanal vorgeschlagen, so daß nach CCIR die Frequenzen von 174 bis 223 MHz zur Verfügung stehen.

Abweichungen von diesen Frequenzbändern treten weiterhin zwischen den französischen Fernsehsendern und den Fernsehsendern der Staaten auf, die in der OIR zusammengeschlossen sind. Im ersten Fall war dies historisch bedingt, da Frankreich schon sehr frühzeitig das Fernsehen einführte, im zweiten Fall soll der in den Fernsehbändern auftretenden Frequenzknappheit begegnet werden. Von der OIR wurde daher das Band III nach den niedrigen Frequenzen hin ausgedehnt, hingegen wurden im Band I noch Frequenzen für einige UKW-Hörrundfunkstationen vorgesehen.

Die für die europäischen Fernsehsender zur Verfügung stehenden Frequenzen sind aus Bild 3 ersichtlich.

Frequenzlage der Fernsehbänder (OIR)

Fernsehband I: f = 40,5 bis 66 MHz = 7,40 bis 4,50 m, b = 25,5 MHz

Fernsehband III: f = 144 bis 216 MHz = 2,08 bis 1,39 m, b = 72 MHz.

Von oben nach unten:

Bild 2: Einteilung der Kanäle für frequenzmodulierten Tonrundfunk im UKW-Band II

Bild 3: Fernsehfrequenzen für die europäischen Fernsehsender (nach Leithäuser-Winkel, Fernsehen, Springer-Verlag 1953)

Bild 4: Frequenzeinteilung für das erweiterte Fernsehband III (OIR)

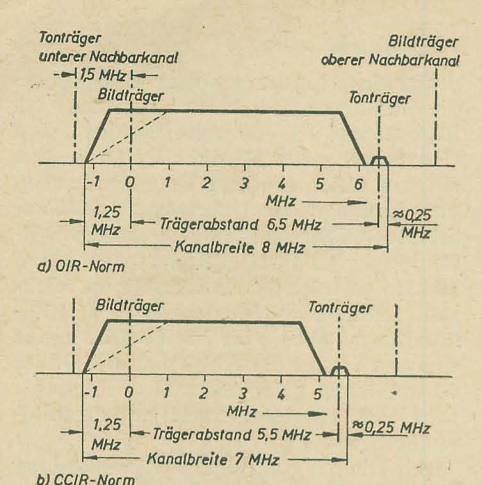


Bild 5: Senderseitige Durchlaßkurve und Frequenzlage von Bild- und Tonsender in einem Fernsehkanal
a) nach OIR-Norm
b) nach CCIR Norm
(gestrichelt die Durchlaßkurve des ZF-Verstärkers mit sogenannter Nyquistflanke)

Danach erstreckt sich das Band auch über das Gebiet von 144 bis 174 MHz, welches bereits 1947 für Fernsehrundfunk vorgesehen war, so daß nunmehr im Fernsehband III neun Kanäle in einem zusammenhängenden Frequenzband von 144 bis 216 MHz mit einer Kanalbreite von 8 MHz untergebracht werden können (Bild 4).

Die senderseitigen Durchlaßkurven sowie die Lage von Bild- und Tonträger in einem Fernsehkanal sind für OIR- und CCIR-Norm im Bild 5 gegenübergestellt, da dies die zur Zeit in Deutschland verwendeten Normen sind.

Der Abstand des Bildträgers (BT) vom Tonträger (TT) beträgt nach OIR 6,5 MHz, die Kanalbreite 8 MHz; nach CCIR hingegen der Abstand 5,5 MHz und die Kanalbreite 7 MHz. Bedingt ist dies durch die unterschiedlichen Forderungen hinsichtlich der Bildqualität.

Wie man aus Bild 5 entnehmen kann, liegt der Tonträger des Nachbarkanals nur 1,5 MHz unterhalb des Bildträgers, so daß durch einen stark einfallenden frequenzbenachbarten Sender leicht Störungen im Bildaufbau hervorgerufen werden können, wenn die Selektionsmittel im Zwischenfrequenzverstärker des Empfangsgerätes den Anforderungen nicht entsprechen.

Im Bild 5 fällt auf, daß die Seitenbänder nicht symmetrisch zur Mitte liegen, sondern daß vom unteren Seitenband nur noch ein Rest vorhanden ist. Zur Einsparung an Frequenzen kann man nämlich bei der Bildübertragung ohne wesentliche Einbuße an Bildqualität etwa $^3/_4$ eines Seitenbandes senderseitig in einem Filter (sog. Restseitenbandfilter) unterdrücken. Man spricht in diesem Falle von der $1^1/_4$-Seitenbandübertragung.

Die Durchlaßkurve der Hochfrequenzverstärkerstufe des Fernsehgerätes entspricht im wesentlichen der senderseitigen Durchlaßkurve, während eine Flanke der Durchlaßkurve des Zwischenfrequenzverstärkers einen Verlauf aufweist, wie er im Bild gestrichelt eingezeichnet ist.

Diese als Nyquistflanke bezeichnete Kurvenform dient zur Abschwächung der niederen Modulationsfrequenzen im Fernsehgerät.

Es ist jedoch zu beachten, daß nach der Transponierung der Eingangsfrequenz in eine niedere Zwischenfrequenz die Lage von Bildträger und Tonträger vertauscht ist bzw. das gesamte obere Seitenband an der Nullachse gespiegelt wird, so daß jetzt der Tonträger die tiefere Frequenzlage besitzt. Hinsichtlich der Zeilenzahl bestehen zwischen OIR- und CCIR-Norm keinerlei Unterschiede. Beide verwenden das 625-Zeilenbild mit 25 Bildwechseln je Sekunde im Zeilensprungverfahren, so daß auch das Synchronisiergemisch zur Tastung der Kippgeräte bei beiden Normen gleich ist.

Es stehen daher entsprechend den unterschiedlichen Abständen von Bildträger und Tonträger und dem unterschiedlichen Frequenzumfang im Band III für beide Normen nachfolgende Kanalzahlen zur Verfügung:

Fernsehband I: nach OIR 3 Kanäle
nach CCIR 4 Kanäle
Fernsehband III: nach OIR 9 Kanäle
nach CCIR 7 Kanäle

Demgegenüber weichen die französische und die englische Fernsehnorm erheblich ab. Die französische Norm hat ein 819-Zeilenbild und einen Abstand BT—TT von 11,15 MHz bei einer Kanalbreite von 13,15 MHz; die englische Norm ein 405-Zeilenbild, einen BT—TT-Abstand von 3,5 MHz und eine Kanalbreite von 5 MHz.

Die geringe Zahl der zur Verfügung stehenden Fernsehkanäle ist auch der Grund dafür, weshalb der Bildträger, der ja Modulationsfrequenzen bis 6 MHz übertragen muß, amplitudenmoduliert ausgestrahlt wird.

Beim Tonträger hingegen hält man an dem vom UKW-Tonrundfunk her bekannten Verfahren der Frequenzmodulation fest.

Die Übertragung eines frequenzmodulierten Bildträgers würde eine wesentlich größere Kanalbreite erfordern.

Im Falle der Amplitudenmodulation ergibt sich die erforderliche Bandbreite aus der höchsten zu übertragenden Modulationsfrequenz f_m, die einer hochfrequenten Trägerschwingung f_0 aufgedrückt werden muß.

Bei der Amplitudenmodulation treten daher die Seitenbänder $f_0 - f_m$ bzw. $f_0 + f_m$ auf. Bei der Frequenzmodulation hingegen tritt ein ganzes Spektrum von bestimmten Frequenzen auf, wodurch sich die Seitenbänder $f_0 \pm f_m$, $f_0 \pm 2\,f_m$, $f_0 \pm 3\,f_m$ usw. ergeben.

Fordert man, daß alle Seitenbänder übertragen werden, deren Amplituden größer als 1% der Trägeramplitude sind, so ergibt sich eine hochfrequente Bandbreite von etwa 30 MHz. Das heißt, daß man im Falle der frequenzmodulierten Übertragung des Bildinhaltes zum Beispiel Band III lediglich mit 2 Fernsehkanälen belegen könnte.

Da die zur Verfügung stehenden Kanäle in den Fernsehbändern I und III keine lückenlose Versorgung des gesamten Gebietes von Deutschland gewährleisten, wurden weitere Frequenzen im Dezimetergebiet von 470 bis 960 MHz freigegeben. Innerhalb dieses Frequenzbereiches wurden für den europäischen Raum bisher 2 Bänder festgelegt, die als Fernsehband IV und Fernsehband V bezeichnet werden und welche die nachfolgend aufgeführten Frequenzen umfassen:

Fernsehband IV: $f = 470$ bis 585 MHz $= 0{,}63$ bis 0,51 m, $b = 115$ MHz

Fernsehband V: $f = 610$ bis 960 MHz $= 0{,}49$ bis 0,31 m, $b = 330$ MHz

In diesen Bändern werden sich daher nach OIR maximal 58 Sender, nach CCIR 66 Sender unterbringen lassen, wovon auf Band IV 14 bzw. 16 Sender entfallen.

Die Aufgliederung der Frequenzkanäle in dem zunächst in Frage kommenden Fernsehband IV bereitet insofern Schwierigkeiten, da sich eine Reihe von Störmöglichkeiten, vor allem Oberwellen der Empfängeroszillatoren der in Band III betriebenen Fernsehempfänger ergeben. Hinzu kommen noch die Oberwellen von kommerziellen Sendern, so daß sich das gesamte Frequenzgebiet im Dezimeterbereich nur bedingt ausnutzen läßt. Man muß daher auf diese Gegebenheiten bereits bei der Frequenzaufteilung und bei der Wahl einer geeigneten Zwischenfrequenz im Empfangsgerät Rücksicht nehmen.

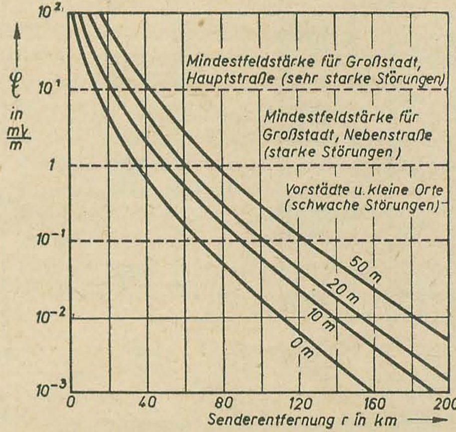


Bild 6: Feldstärkekurven für einen Fernsehsender mit einer Wellenlänge von 6,52 m und einer Strahlungsleistung von 20 kW, Höhe der Sendeantenne $h_1 = 300$ m. Eingezeichnet sind die Mindestfeldstärken für Gegenden mit unterschiedlichem Störpegel. Höhe der Empfangsantenne $h_2 = 0;\ 10;\ 20;\ 50$ m

Versorgungsgebiet und Störabstand.

Da zur Bildübertragung die FM nicht herangezogen werden kann, muß man zwangsläufig auch auf die Vorteile dieses störungsmindernden Modulationsverfahrens verzichten. Aus diesem Grunde und aus Gründen des Eigenrauschens eines Fernsehempfängers muß für einen einwandfreien Bildempfang von vornherein eine wesentlich größere Nutzspannung vorhanden sein, als etwa zum Empfang des frequenzmodulierten Begleittones. Es ist daher auf der Stockholmer Rundfunkkonferenz festgelegt worden, den Begleitton senderseitig nur mit $^1/_5$ der Leistung des Bildsenders abzustrahlen. Bei dem meist geforderten Mindeststörabstand von 40 db, was einem linearen Verhältnis der

Störspannung zur Nutzspannung von 1 : 100 entspricht, muß daher beispielsweise in den höheren Kanälen des Fernsehbandes III bei einer effektiven Antennenhöhe von 0,2 m und bei Verwendung eines Schleifendipols eine Mindestfeldstärke von 2,5 mV/m vorhanden sein.

Dieser Wert gilt für die Großstadt mit einem verhältnismäßig hohen Störpegel. In ländlichen Gegenden kann jedoch die Feldstärke geringer sein. Vom CCIR werden daher für die Großstadt Feldstärken von 3,5 mV/m, für ländliche Gebiete mit geringerem Störpegel Feldstärken von 0,63 mV/m empfohlen.

Die innerhalb des Versorgungsgebietes eines Senders anzustrebenden Mindestfeldstärken wurden auf der Stockholmer UKW-Konferenz wie folgt festgelegt:

Band I (OIR)	1 mV/m
Band I (CCIR)	0,5 mV/m
Band III (OIR u. CCIR)	1 mV/m

Die Mindestfeldstärken für Gebiete mit verschiedenem Störpegel lassen sich für das Band I aus Bild 6 entnehmen. Die Nutzfeldstärke muß um so größer sein, je höher der zu erwartende äußere Störpegel liegt. Für die Großstadt mit sehr starken Störungen in der Nähe von Hauptverkehrsstraßen sind daher erhebliche Feldstärkenwerte erforderlich, wenn ein einwandfreier Bildempfang ständig gewährleistet sein soll. In störungsfreien Gegenden können hingegen bereits Feldstärken von 0,1 mV/m für einen guten Empfang ausreichend sein, vorausgesetzt, daß das Empfangsgerät eine entsprechende Empfindlichkeit aufweist.

Störungen des Fernsehempfangs an ungünstig gelegenen Empfangsorten durch einen auf dem gleichen Kanal arbeitenden Nachbarsender können dadurch vermindert werden, daß die Bildträger der Sender gegenseitig versetzt werden.

Dieses sogenannte Offsetverfahren bewirkt, daß die Schwebungsstreifen auf dem Bildschirm infolge der höheren Schwebungsfrequenz schmaler sind. Außerdem wechseln sie nach je zwei Teilbildern ihr Vorzeichen, so daß die häufig wechselnden hellen und dunklen Streifen sich gegenseitig auslöschen, wenn die Zeilenfrequenz gleich der halben Schwebungsfrequenz ist. Es hat sich dabei herausgestellt, daß ein Versatz der Bildträger um 10,5 kHz besonders günstig ist. Damit können praktisch drei Gleichkanalsender die gleiche Verminderung ihrer gegenseitigen Störungen erfahren. Die Frequenz des Senders 1 wird daher auf die Frequenz f_0 gelegt, die des Senders 2 auf f_0 — 10,5 kHz und die des Senders 3 auf f_0 + 10,5 kHz.

Die Träger von Sender 2 und Sender 3 liegen nunmehr sogar 21 kHz auseinander.

Diese Maßnahme bedeutet eine große Erleichterung bei der Sendernetzplanung im Fernsehgebiet, denn dadurch läßt sich das Störverhältnis bei dem unvermeidlichen Gleichkanalbetrieb von 100 : 1 auf 25 : 1 verringern.

Die oben angegebenen Feldstärkewerte bedeuten bei den heute üblichen Senderleistungen einen Versorgungsradius des Fernsehsenders von etwa 50 bis 60 km.

Das bedeutet jedoch nicht, daß nicht auch in weiter abliegenden Orten noch ein brauchbarer Empfang des Fernsehprogramms möglich ist, wenn durch Anwendung leistungsfähiger Richtantennen eine Steigerung der Antennennutzspannung erzielt werden kann. Die maximalen Entfernungen stabilen Fernsehweitempfanges für Band I und Band III sind Bild 7 für einen Fernsehsender mit 100kW effektiver Strahlungsleistung zu entnehmen (nach Wisbar).

Auf der Ordinate ist die Höhe der Sendeantenne aufgetragen. Für geringere Strahlungsleistungen verringern sich die angegebenen Grenzreichweiten entsprechend. Für eine Höhe der Sendeantenne

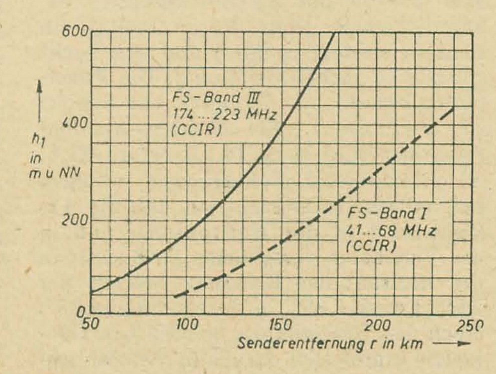


Bild 7: Maximale Entfernungen stabilen Fernsehempfangs für die FS Bänder I und III. Strahlungsleistung 100 kW, Höhe der Sendeantenne h_1 = 20 m, Höhe der Empfangsantenne h_2 = 14 m (nach Wisbar)

von 400 m ergibt sich für Band III bei räumlich ungestörter Ausbreitung, das heißt im Flachland, eine maximale Reichweite von etwa 150 km.

Ein Fernsehweitempfang wird jedoch stets mit hohem Antennenaufwand verbunden, in starkem Maße von den örtlichen Verhältnissen abhängig und durch meteorologische Einflüsse auch starken zeitlichen Schwankungen unterworfen sein.

Ein FS-Weitempfang, genau wie ein UKW-Weitempfang, ergibt daher keine Versorgung im Sinne des Rundfunks.

Das Dezimeterband IV, später auch V, wird man vorwiegend zur Fernsehversorgung solcher Gegenden heranziehen, die durch Sender des Bandes I und III nicht oder nur schlecht versorgt werden. Infolge der geringen Wellenlänge lassen sich sowohl senderseitig als auch empfangsseitig gut bündelnde Antennenanlagen aufbauen.

Der große Vorteil dieses Wellengebietes ist die praktische Störfreiheit gegenüber äußeren Störquellen (Autozündfunken, terrestrische Störungen usw.). Es wird in diesen Frequenzlagen vor allem das Eigenrauschen des Empfangsgerätes maßgebend sein.

Bei der Abstrahlung der elektromagnetischen Schwingungen von der Sendeantenne wird in den weitaus meisten Fällen die horizontale Polarisation bevorzugt. Es ergeben sich vor allem in wenig gegliedertem Gelände Vorteile hinsichtlich Reflexionsfreiheit, Störungen durch Kraftfahrzeuge, Störabstand sowie bei dem Aufbau der Sendeantennen. Bei der horizontalen Polarisation liegt der Vektor der elektrischen Feldstärke in der Horizontalebene, so daß die üblichen elektrischen Dipole horizontal angeordnet werden müssen.

Die horizontal angeordnete Empfangsantenne ist bei symmetrischem Aufbau gegenüber der vertikalen Antenne hinsichtlich der Störanfälligkeit im Vorteil, da diese im vorliegenden Falle von der Erdverbindung entkoppelt ist. Die Zündfunken der Kraftfahrzeugmotoren gelangen meist nicht nur direkt, sondern auch nach mehrfacher Reflexion an die Empfangsantenne. Da in der Umgebung der Fernseh- bzw. UKW-Antenne meist mehr vertikal orientierte Rückstrahler anzutreffen sind (Blitzableiter, Laternenpfähle usw.) als horizontal orientierte (Dachfirste, Dachrinnen, Starkstromleitungen), die je nach ihrer Länge mehr oder weniger gerichtet zurückstrahlen, sind die Störfeldstärken in den meisten Fällen vorwiegend vertikal polarisiert, so daß sie von der horizontal angeordneten Empfangsantenne weniger gut empfangen werden.

Eine Unsymmetrie in einer an sich symmetrischen Eingangsschaltung, zum Beispiel bei einem Fernsehgerät, kann jedoch die Vorteile der horizontalen Polarisation hinfällig machen, wenn die Energieableitung unabgeschirmt verlegt wird.

Literatur

E. Augustin, Die UKW-Konferenz Stockholm 1952. Nachrichtentechnik, Bd. 2 (1952), H. 10.

W. Nestel, E. Schwarz, Über die physikalischen und technischen Grundlagen bei der Senderplanung im Ultrakurzwellengebiet. Funk und Ton (1953), H. 4.

Isolationsprüfgerät mit Transistorbestückung

Von der Firma Rohde & Schwarz wurde ein Isolationsprüfgerät entwickelt, das die zum Messen benötigte Hochspannung — wahlweise 800 oder 1500 V Gleichspannung — mit Hilfe eines oszillierenden Transistors mit nachfolgender Hochtransformierung und Gleichrichtung selbst herstellt. Die Oszillatorfrequenz liegt im Tonfrequenzgebiet und ist bei Betrieb des Gerätes gut hörbar, so daß man gleichzeitig erinnert wird, das Gerät bei Nichtgebrauch zur Stromersparnis auszuschalten. Zur Stromversorgung wird eine Mikrodynbatterie von 22,5 V in das Gerät eingesetzt. Der Stromverbrauch für die drei Transistoren beträgt etwa 4 mA. Die Eichung der Widerstandsskala des Anzeigeinstrumentes kann durch äußeren Kurzschluß der beiden Zuleitungsschnüre, die in die Meßbuchsen oben am Gerät eingesteckt werden, erfolgen. Es können Widerstände zwischen etwa 2 MΩ und 3000 MΩ gemessen werden. Die äußeren Abmessungen des Isolationsprüfgerätes, das zum Beispiel vorteilhaft als Ersatz für den bisher üblichen Kurbelinduktor verwendet werden kann, betragen nur 130 × 82 × 62 mm. *Bau-*

Literatur

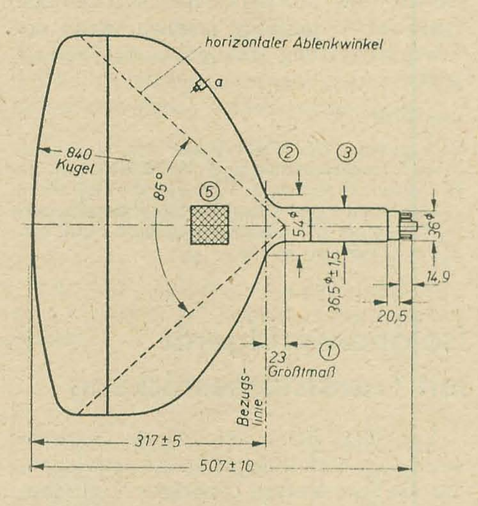
Rohde & Schwarz, Mitteilungen Nr. 6 (1955).

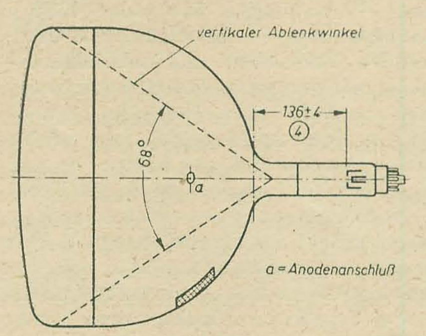
WERNER TAEGER

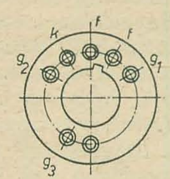
Daten der neuen Weitwinkelbildröhre MW 53–80 und der Ablenkleistungsröhren PL 36 und PCL 82

Der Wunsch nach möglichst großen Schirmflächen der Bildröhren führte zur Entwicklung der Mammutröhren mit 62- bzw. 72-cm-Diagonalen. Leider wurden damit die Gehäuse der Fernsehempfänger zu architektonisch wenig schönen „Kästen“, so daß die Bildröhrenhersteller nach Wegen suchten, die Baulänge der Röhren spürbar zu verkürzen. Die „flache“ Bildröhre ist noch nicht erfunden; einige Ansätze zur Verwirklichung des als Rahmen an der Wand hängenden Bildschirms sind da, aber das Ganze ist noch Zukunftsmusik.

Aussichtsreicher ist der Weg, durch Vergrößerung des Ablenkwinkels zu einer Verkürzung des Röhrenkolbens zu kommen. Die Vergrößerung von 70° auf 90° — in der sogenannten Weitwinkeltechnik — bringt bereits einen Gewinn von etwa 20%, so daß die Tiefe des Empfängergehäuses um diesen Betrag verkürzt werden kann.







Freie Stifte bzw. freie Fassungskontakte dürfen nicht als Stützpunkte für Schaltmittel benutzt werden

Weitwinkelbildröhre MW 53–80
1: Abstand des Ablenkmittelpunktes von Bezugslinie nicht größer als 23 mm; 2: Platz für Ablenk- und Fokussiermittel; 3: Platz für Ionenfallenmagnet; 4: Abstand der Steuergitter-Vorderfläche von Bezugslinie; 5: Kontaktstelle für Masseanschluß

Die Firma Telefunken hat jetzt die Daten der neuen Weitwinkelbildröhre MW 53—80 mit 53-cm-Bildschirm bekanntgegeben. Diese Röhre besitzt ein Pentodensystem (s. Bild) und eine leicht sphärische Sichtfeldwölbung. Die Frontplatte besteht aus Grauglas, der Schirm ist aluminisiert. Als Betriebs-Anodenspannung sind max. 18 kV erforderlich, Ablenkung und Fokussierung erfolgen magnetisch. Interessant ist, daß die Ablenkwinkel in der Horizontalen und in der Vertikalen verschieden groß sind; in der horizontalen Richtung beträgt der Ablenkwinkel 85°, in der vertikalen 68°. Nach den Gesetzen der sphärischen Geometrie ergibt sich daraus in der Schirmdiagonalen ein Ablenkwinkel von 90°.

Die vorläufigen weiteren technischen Daten sind folgende:

Heizspannung	6,3	V
Heizstrom	0,3	A
Anodenspannung	16	kV
Schirmgitterspannung	0,4	kV
Wehneltspannung	—53 bis —106	V

Die Grenzwerte sind:

	Min.	Max.
Anodenspannung	12 kV	18 kV
Schirmgitterspannung	200 V	500 V
Wehneltspannung	—150 V	0 V

Die inneren Kapazitäten haben folgende Werte:

Steuergitter gegen alle anderen Elektroden	c_{g1}	7 pF
Katode gegen alle anderen Elektroden	c_k	6 pF
Anode gegen leitenden Außenbelag	$c_{a/m}$	700 bis 1100 pF

Wenn die Anodenspannung aus einer niederfrequenten Stromquelle, zum Beispiel 50 Hz, entnommen wird, genügt die Kapazität $c_{a/m}$ im allgemeinen nicht zur Beruhigung. Da ein zusätzlicher Kondensator meistens eine größere Ladung als 250 μC aufnimmt, muß für diesen Fall ein Begrenzungswiderstand zwischen den zusätzlichen Kondensator und Anode geschaltet werden. Bei Speisung aus der Horizontalkippschaltung (15625 Hz) als Anodenspannungsquelle genügen die rund 1000 pF innere Anodenkapazität zur Siebung.

Wenn eine der Elektroden aus einer Stromquelle gespeist wird, die einen momentanen Kurzschlußstrom von mehr als 1 A liefert, oder wenn die Stromquelle kapazitiv ist (Ladung größer als 250 μC), sollen die Widerstände zwischen Quelle und Elektrode folgende Mindestwerte haben:

Im Gitterkreis	150	Ω
Im Schirmgitterkreis	500	Ω
Im Hilfsgitterkreis	500	Ω
Im Anodenkreis	18	kΩ

Der vergrößerte Ablenkwinkel in der Bildröhre verlangt Verstärkerröhren größerer Leistung in den Ablenkendstufen. Für die Horizontalablenkung ist als Endröhre die bisher übliche PL 81 (8 W) nicht mehr ausreichend, sie ist für 90°-Röhren durch die PL 36 ersetzt worden. Dieser Röhrentyp ist mit 10 W belastbar. Wegen des größeren Energieumsatzes läßt sich die Röhre PL 36 nicht mehr wie der Vorgängertyp PL 81 als Pico-Röhre ausführen, sondern wird als Glasröhre mit Oktalsockel gefertigt. Die Daten der PL 36 ergeben sich aus folgender Zusammenstellung:

Heizspannung	25	V
Heizstrom	0,3	A
Anodenspannung	170	V
Schirmgitterspannung	170	V
Gittervorspannung	—25	V
Anodenstrom	100	mA
Steilheit	8	mA/V
Innenwiderstand	10	kΩ

Impulszeit maximal 18% einer Periode, maximale Impulsdauer 18 μs.

Für die Vertikalablenkung wurde ebenfalls eine neue Röhre entwickelt, die Triode-Pentode PCL 82, die im Gegensatz zu dem bisher üblichen Vertikalendstufentyp PCL 81 zwei getrennte Katoden besitzt.

Für die Verwendung des Triodensystems als Oszillator und des Pentodensystems als Vertikalendröhre gelten folgende Daten:

Heizspannung	16	V
Heizstrom	0,3	A
Triodensystem:		
Anodenspannung	100	V
Gittervorspannung	0	V
Anodenstrom	4	mA
Steilheit	3	mA/V
Verstärkungsfaktor	70	
Innerer Widerstand	23	kΩ
Pentodensystem:		
Anodenspannung	170	V
Schirmgitterspannung	170	V
Gittervorspannung	—11	V
Anodenstrom	41	mA
Schirmgitterstrom	7,5	mA
Steilheit	7,5	mA/V
Innenwiderstand	25	kΩ

Bei dieser Röhre ist es zweckmäßig, die Schaltung so zu dimensionieren, daß bei einer Anodenspannung von 50 V und einer Schirmgitterspannung von 170 V ein Anodenspitzenstrom von nicht mehr als 85 mA auftritt. Der Katodenspitzenstrom darf maximal 100 mA betragen.

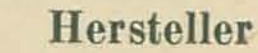
Impulszeit maximal 4% einer Periode, Impulsdauer maximal 0,8 ms.

RÖHRENINFORMATION DY 86

bearbeitet von Ing. Fritz Kunze

6,47∅
DY86
47,5
65
7
22,2∅

Maximale Kolbenabmessungen ←



a
kfs f kfs
iV iV
f f
kfs kfs
11,9∅

Anschluß der Sockelstifte, von unten gegen die Stifte gesehen →

Aufbau

Miniaturröhre mit neun Stiften (Novalröhre). Die Anode ist an eine besonders groß ausgebildete Anodenkappe geführt. Das untere Ende des Systems ist mit einer Abschirmung umgeben, um die Streuelektronen abzufangen. Die Katode und die innere Abschirmung liegen innerhalb der Röhre an einem Heizfadenende. Dieses Heizfadenende ist an vier Stifte, das andere Heizfadenende an drei Stifte des Novalsockels geführt.

Verwendung

Halbindirekt geheizte Einweghochspannungsgleichrichterröhre zum Gleichrichten der beim Zeilenrücklauf im Fernsehempfänger auftretenden hohen Spannungsimpulse. Auch als Gleichrichter von Netzspannungen, von Tonfrequenz und von Hochfrequenz zu verwenden. Vergleiche die ausführlichen Verwendungshinweise bei der Röhreninformation der EY 51[1].

Gegenüber der EY 51 kann die DY 86 leicht ausgewechselt werden, da sie nicht eingelötet wird, sondern in einer Röhrenfassung steckt. Die maximal zulässigen Spannungen sind bei der DY 86 höher als bei der EY 51.

Einbaumaßnahmen

Falls erforderlich, können die Stifte, die mit iV bezeichnet sind, an einen Schaltpunkt mit Heizfadenpotential gelegt werden.

Bei der DY 86 ist mit Koronaerscheinungen an der Anode und an der Fassung zu rechnen. Der Anodenclip muß deshalb abgerundete Kanten haben. Um die Röhrenfassung ist ein metallischer Schutzring anzubringen und mit der Katode zu verbinden. Auch dieser darf keine scharfen Kanten besitzen und muß genügenden Abstand vom Chassis und anderen Metallteilen haben. Der Koronaschutzring ist an den Stiften k, s, f zu befestigen.

Die Röhrenfassung darf nicht direkt auf dem Chassis sitzen, sondern muß durch keramische Abstandshülsen um die Befestigungsschrauben so hoch oberhalb des Chassis angebracht werden, daß zwischen Fassung bzw. Koronaschutzring und Chassis mindestens 2 cm Raum ist.

Hersteller

VEB Werk für Fernmeldewesen „WF", HV RFT.

Heizung

Halbindirekt durch Gleich- oder Wechselstrom oder durch die Zeilenimpulsspannung geheizte Oxydkatode.

Werden für die Heizung die Zeilenimpulse vom Zeilenablenktransformator ausgenutzt, genügt im allgemeinen eine Windung. Da die Heizung durch eine nicht sinusförmige Spannung erfolgt, kann die Heizspannung nicht mit den üblichen Meßinstrumenten gemessen werden. Man kann nur eine Vergleichsmethode anwenden.

Zur Einstellung der richtigen Heizspannung wird eine DY 86 mit einer Gleichspannung von 1,4 V geheizt. Dann vergleiche man in einem verdunkelten Raum die Helligkeit der Katode dieser Röhre mit der Helligkeit der Katode einer mit Zeilenimpulsen geheizten Röhre und regele die Zeilenimpulsspannung so ein, daß die Katoden beider Röhren gleich hell erscheinen. Da man die Katode der DY 86 von außen nicht direkt betrachten kann, beobachte man das Katodenglühen auf der Innenseite der Abschirmung, die das untere Ende des Systems umgibt.

Heizspannung	U_f	1,4	V
Heizstrom	I_f	0,53	A

Bei $I_{=} \leq 200\ \mu A$ beträgt die Toleranz für die Heizspannung ± 15 %, bei $I_{=} > 200\ \mu A$ beträgt sie ± 7 %.

Betriebswerte

Der Innenwiderstand der Hochspannungsquelle beträgt bei den üblichen Aufbauten 5 bis 10 MΩ. Die Schaltung ist so aufzubauen, daß bei einer Belastung von 150 µA die gleichgerichtete Spannung ≦ 18 kV ist. Infolge des kleinen Anodenstromes der Bildröhre liegt die gleichgerichtete Spannung nur etwa 5 bis 6 % unter der Spitzenspannung, so daß einer Gleichspannung von 18 kV eine Sperrspannung von etwa 22 kV entspricht. Ohne Belastung kann die Gleichspannung auf 20 kV ansteigen.

Das absolute Maximum der Sperrspannung beträgt 27 kV. Die Festsetzung eines absoluten Maximums ist notwendig, weil infolge der Streuinduktivität der Hochspannungswicklung des Zeilenablenktransformators der Spannungsimpuls am Ende des Rücklaufs noch nach der negativen Seite hin ausschwingt (s. Bild). Diese negative Spitze kann bis zu 22 % der positiven Spitze betragen. Es tritt also eine gedämpfte Schwingung auf; es ist $\hat{u}_{sperr\ abs} = \hat{u}_{sp/sp}$.

Grenzwerte

Zulässige Sperrspannung bei Rücklaufimpulsen	$\hat{u}_{sperr\ max}$ ²)	22	kV
Anodenwechselspannung von Spitze zu Spitze (absolutes Maximum der Sperrspannung)	$\hat{u}_{a\ sp/sp\ max}$ ²)	27	kV
Gleichgerichtete Spannung bei $I_{=} = 150\ \mu A$	$U_{=\ max}$	18	kV
bei $I_{=} = 0\ \mu A$	$U_{=\ max}$	20	kV
Gleichgerichteter Strom	$I_{=\ max}$	800	µA
Anodenspitzenstrom	$\hat{i}_{a\ max}$ ³)	40	mA
Ladekondensator	$C_{L\ max}$	2	nF

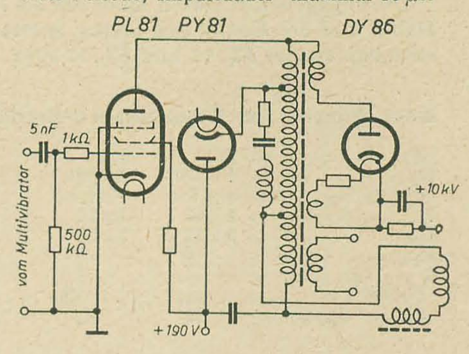
Kapazitäten

Ausgang	$c_a (c_{a/k+f+s})$	ca. 1,7	pF

¹) Siehe Röhreninformation EY 51, RADIO UND FERNSEHEN Nr. 3 (1955) S. 89.

²) Impulszeit maximal 18 % der Dauer einer Periode, Impulsdauer maximal 18 µs.

³) Impulszeit maximal 10 % der Dauer einer Periode, Impulsdauer maximal 10 µs.



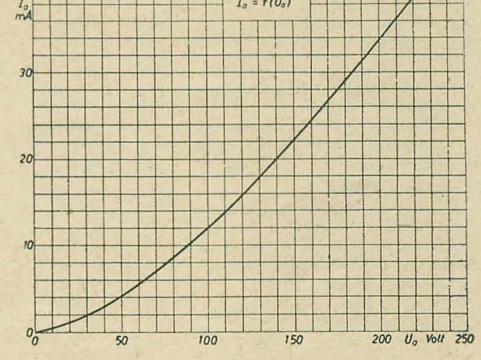
Erzeugung und Gleichrichtung der Anodenspannung der Bildröhre

$\hat{u}_{sp/sp} = \hat{u}_{sperr\ abs}$
$\hat{u}_{sperr}$
$+\hat{u}$
$-\hat{u}$
0

Das Ausschwingen des Spannungsimpulses ←

Anodenstrom in Abhängigkeit von der Anodenspannung →

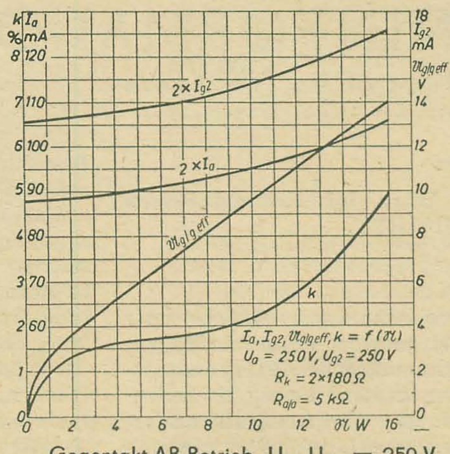
Innenwiderstandskurve

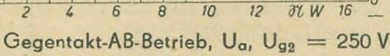


EL12N
Teil 2

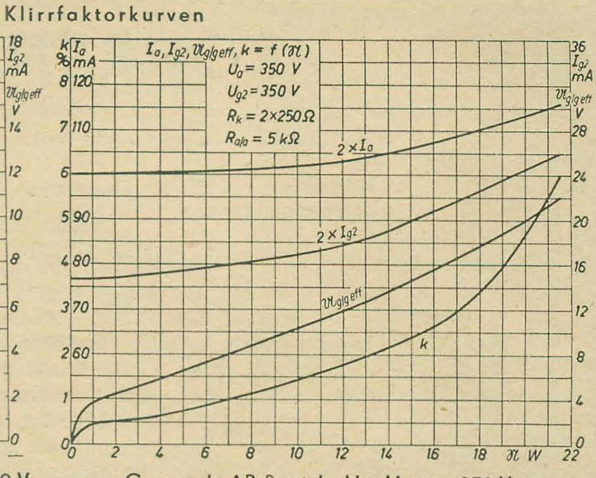
Fortsetzung der Röhreninformation aus Heft 1 (1956) S. 25 und 26

Klirrfaktorkurven





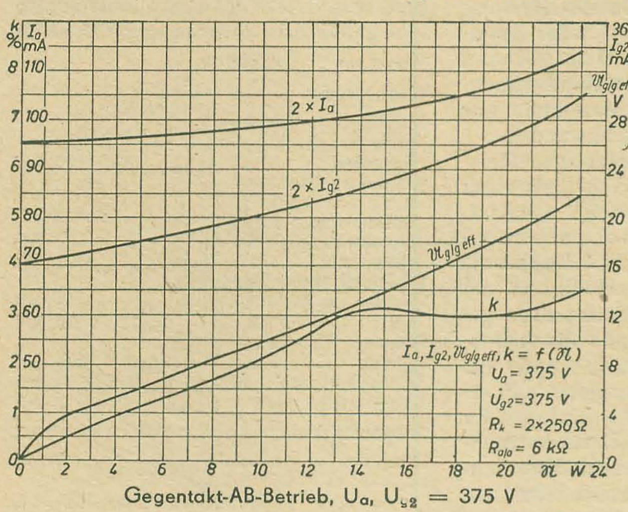
Gegentakt-AB-Betrieb, U_a, U_{g2} = 250 V



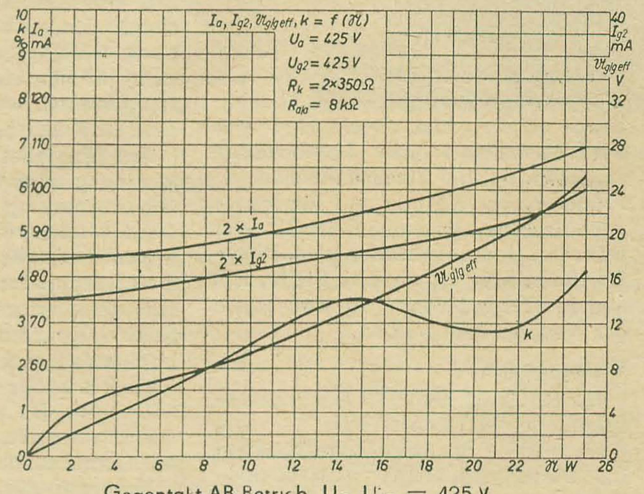
Gegentakt-AB-Betrieb, U_a, U_{g2} = 350 V

Kapazitäten

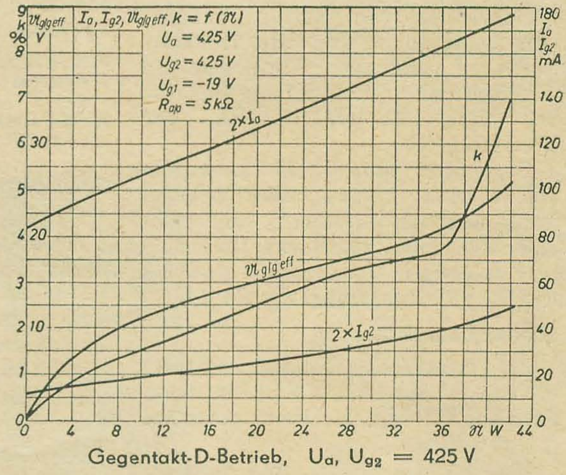
Eingang	c_e	ca. 17 pF
Ausgang	c_a	ca. 8 pF
Gitter 1—Anode	$c_{g1/a}$	≦ 0,4 pF



Gegentakt-AB-Betrieb, U_a, U_{g2} = 375 V



Gegentakt-AB-Betrieb, U_a, U_{g2} = 425 V



Gegentakt-D-Betrieb, U_a, U_{g2} = 425 V

Betriebswerte der EL 12 N als Triode geschaltet; Gitter 2 mit Anode verbunden

Die angegebenen Daten sind nur als Richtwerte anzusehen. Die Daten und die Kennlinien hierzu entstammen Messungen von Telefunken an der EL 12 und EL 12 spez.

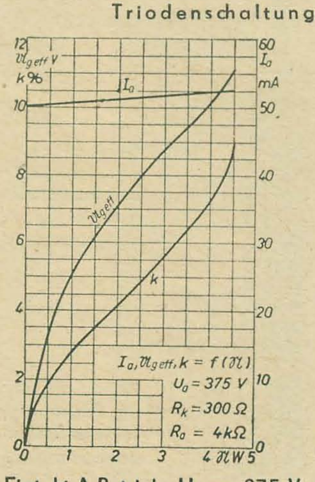
Zwei Röhren im Gegentakt-AB-Betrieb

U_a	250	300	350	400	V
R_k	2 × 240	2 × 230	2 × 300	2 × 350	Ω
hierbei U_{g1} ... ca.	—9,5	—11,5	—14,5	—17,3	V
I_a	2 × 40	2 × 50	2 × 50	2 × 48	mA
$I_{a\,d}$	2 × 52	2 × 63	2 × 72	2 × 54	mA
$R_{a/a}$	5	5	5	5,5	kΩ
$\mathfrak{N}$	4.7	7,3	11.3	13	W
hierbei k	1,5	1,5	1,8	1,5	%
hierbei $\mathfrak{U}_{g/g\,eff}$	26	31	41	27	V

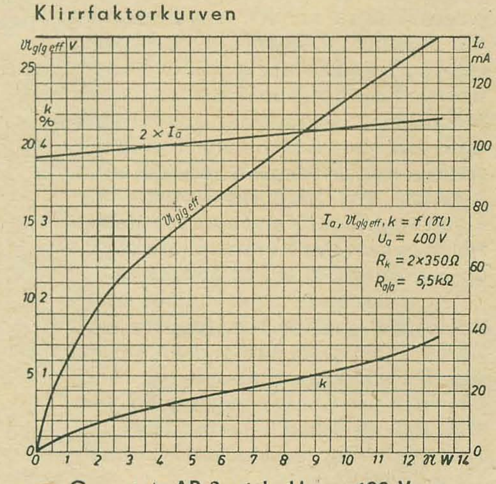
Grenzwerte

Anodenkaltspannung	$U_{aL\,max}$	650	V
Anodenspannung	$U_{a\,max}$	425	V
Anodenverlustleistung	$N_{a\,max}$	18	W
Schirmgitterkaltspannung	$U_{g2L\,max}$	650	V
Schirmgitterspannung	$U_{g2\,max}$	425	V
Schirmgitterbelastung unausgesteuert	$N_{g2\,max}$	2,8	W
bei voller Aussteuerung	$N_{g2\,d\,max}$	5	W
Katodenstrom	$I_{k\,max}$	90	mA
Gitterableitwiderstand	$R_{g1(k)max}$	0,7	MΩ
Spannung zwischen Faden und Katode	$U_{f/k\,max}$	50	V
Äußerer Widerstand zwischen Faden und Katode	$R_{f/k\,max}$	5	kΩ
Gitterstromeinsatz (I_{g1} ≦ 0,3 μA)	$U_{d\,e}$	—1,3	V

Triodenschaltung Klirrfaktorkurven



Eintakt-A-Betrieb, U_a = 375 V



Gegentakt-AB-Betrieb, U_a = 400 V

LEHRGANG FUNKTECHNIK

Hörrundfunk

40. Fortsetzung

Von Dipl.-Ing. A. RASCHKOWITSCH

Geräuschunterdrückung

Beim Durchstimmen eines stark geregelten Empfängers macht sich das Aussetzen der Schwundregelung unangenehm bemerkbar. Beim Fehlen des Senders wird nämlich die Verstärkung des Empfängers sehr groß, da die Regelspannung praktisch Null ist. Die hohe Verstärkung begünstigt besonders den Empfang verschiedener Störungen, die als Krachgeräusche hörbar werden. Um diese Krachstörungen zu beseitigen, besitzen kommerzielle Empfänger meist einen sogenannten Geräuschunterdrücker, der eine Still- oder Stummabstimmung ermöglicht. Besonders wichtig ist der Geräuschunterdrücker im FM-Gegensprechverkehr, da hier in den Gesprächspausen starke Geräusche auftreten würden. Alle diese Einrichtungen beruhen auf dem Grundgedanken, die NF-Stufen nach Unterschreiten einer bestimmten HF-Eingangsspannung zu sperren, so daß nur solche Sender empfangen werden können, deren HF-Spannung genügend groß ist und den Störpegel überschreitet.

Im Bild 482 ist eine der meist verwendeten Schaltungen des Geräuschunterdrückers dargestellt. Die NF-Röhre wird hier durch eine Hilfsröhre gesperrt. Dieser wird als negative Gittervorspannung die Regelspannung zugeführt. Bei

Bild 482: Prinzipschaltung eines Geräuschunterdrückers

Empfang eines ausreichend starken Senders ist die Regelspannung so groß, daß die Hilfsröhre eine hohe Gittervorspannung erhält und gesperrt wird. Im Anodenkreis fließt kein Strom, am Widerstand R_a entsteht somit kein Spannungsabfall und die NF-Röhre hat ihre normale Vorspannung U_g. Sie verstärkt das ankommende NF-Signal. Ist die Regelspannung zu gering, das heißt, wird kein Sender oder ein zu schwacher Sender empfangen, so wird die Hilfsröhre geöffnet, und ein Anodenstrom durchfließt den Widerstand R_a. Der hierbei auftretende Spannungsabfall U_a vergrößert die negative Gittervorspannung der NF-Röhre und sperrt deren Anodenstrom, so daß kein Signal übertragen wird.

Durch geeignete Wahl der Betriebsspannung U_b und des Anodenwiderstandes R_a wird die Schwellenspannung des Geräuschunterdrückers eingestellt. Da die atmosphärischen Störungen zeitlich und örtlich verschieden sind, wird die Gittervorspannung der Hilfsröhre meist veränderlich ausgeführt, um den Schwellenwert in gewissen Grenzen einstellen zu können (etwa zwischen 0,1 bis 0,5 μV HF-Eingangsspannung).

Automatische Scharfabstimmung

Beim Überlagerungsempfang ist es für eine verzerrungsfreie Wiedergabe wichtig, daß die Zwischenfrequenz genau eingehalten wird, denn ungenaue Abstimmung verursacht gestörten Empfang. Andererseits kann sich bei richtiger Abstimmung die Oszillatorfrequenz infolge der Erwärmung ändern (Frequenzwanderung) und damit ebenfalls eine verzerrte Wiedergabe verursachen. Spitzengeräte besitzen daher eine Hilfseinrichtung, die es ermöglicht, bei nicht zu großen Verstimmungen die Oszillatorfrequenz selbsttätig nachzuregeln und damit die Zwischenfrequenz konstant zu halten. Die grundsätzliche Wirkungsweise einer solchen Anordnung zeigt Bild 483.

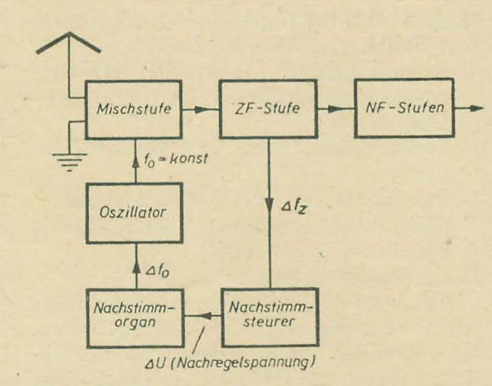


Bild 483: Blockschaltung eines Empfängers mit automatischer Scharfabstimmung

Bei Fehlabstimmung ist die Zwischenfrequenz zu groß oder zu klein. Die Frequenzdifferenz wird mit Hilfe eines sogenannten Nachstimmsteuerers in eine proportionale Steuerspannung umgewandelt. Mit der Steuerspannung wird ein Nachstimmorgan betätigt, das den Oszillator auf die Sollfrequenz nachstimmt. Als Nachstimmsteuerer dient in der Regel ein Diskriminator [vgl. RADIO UND FERNSEHEN, Nr. 17 (1955) S. 540]. Als Nachstimmorgan verwendet man meist Reaktanzröhren [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 1 (1955) S. 29/30]. Die Nachstimmung kann auch mit Hilfe eines im richtigen Sinn laufenden Motors erfolgen, wobei gleichzeitig auch die Drehkondensatoren der Vorkreise nachgestimmt werden können.

Empfang der Telegrafiezeichen

Schwebungsempfang

Die Telegrafieübertragung kann grundsätzlich als tönende oder tonlose Telegrafie erfolgen. Bei der tönenden Telegrafie wird der hochfrequente Träger mit einer Tonfrequenz moduliert, so daß der Empfang ähnlich wie bei Telefonie und Rundfunk erfolgt.

Beim Empfang der tonlosen Telegrafiezeichen ist ein unmittelbares Abhören

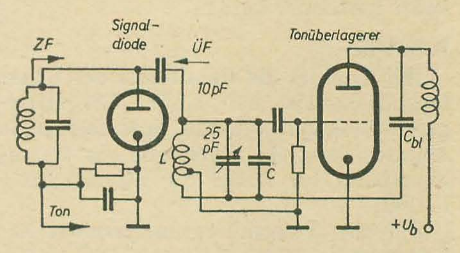


Bild 434: Schwebungsempfang tonloser Telegrafie mit Hilfe eines besonderen Tonüberlagerers

nicht möglich, weil die Gleichrichtung dieser Zeichen lediglich Gleichstromstöße liefert. Man wendet hier vielmehr das Prinzip des Schwebungsempfanges an. Das rückgekoppelte Audion kann zum Beispiel für den Schwebungsempfang verwendet werden, wenn die Rückkopplung so stark angezogen wird, daß Selbsterregung mit einer von der Empfangsfrequenz etwas verschiedenen Frequenz eintritt und ein hörbarer Schwebungston entsteht (Schwebungsaudion).

Beim Superhetempfang wird eine ähnliche Wirkung durch einen besonderen Überlagerer erzielt. Dieser erzeugt eine hochfrequente Hilfsschwingung, deren Frequenz um den Betrag einer Tonfrequenz, zum Beispiel 1000 Hz, von der Zwischenfrequenz abweicht. Man koppelt den Überlagerer über eine kleine Kapazität von einigen Pikofarad an die letzte ZF-Stufe an (Bild 484), so daß durch Gleichrichtung der so entstandenen Schwebung der Schwebungston gewonnen wird. Den verstärkten Schwebungston führt man dem Hörer zu.

Als Überlagerer kann jede Oszillatorschaltung verwendet werden. Die Frequenz kann meist mit einem kleinen Drehkondensator in gewissen Grenzen geändert werden, um eine Regelung der Tonhöhe zu ermöglichen. Zur Vermeidung von Störstrahlungen muß der Tonüberlagerer gut abgeschirmt werden.

Bei Telegrafieempfang wird meist auf eine automatische Lautstärkeregelung

verzichtet. Man nützt dadurch die volle Verstärkung für den Empfang aus.

Bandbreite der Zeichen

Die getastete Trägeramplitude kann als 100%ige Amplitudenmodulation mit rechteckigem Spannungsverlauf aufgefaßt werden [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 7 (1955) S. 218]. Die Modulationsfrequenz ist hier durch die zeitliche Folge der Zeichen, das heißt durch die Telegrafiergeschwindigkeit, gegeben.

Die Telegrafiergrundfrequenz f_T ist gleich der halben Zahl der Zeichenschritte je Sekunde, da zwei Zeichenschritte (Stromstoß und Pause) einer Periode entsprechen. Mit Rücksicht auf die Rechteckform der Zeichen müssen zur einwandfreien Verständlichkeit auch die höheren Harmonischen mit übertragen werden. Da die Übertragungsbandbreite gleich der doppelten höchsten Modulationsfrequenz ist, erhalten wir bei Berücksichtigung der n-ten Harmonischen:

$$b = 2 \cdot n \cdot f_T. \qquad (256)$$

Mit der obigen Gleichung kann zu einer gegebenen Bandbreite b die zugehörige Telegrafiergrundfrequenz f_T und umgekehrt bestimmt werden.

Beispiel:

Wie groß ist die Bandbreite des Übertragungskanals bei einer Telegrafiergeschwindigkeit von 120 Morsezeichen je Minute, wenn ein Buchstabe des Morsealphabetes im Mittel 10 Stromschritte enthält?

Für die Telegrafiergrundfrequenz erhalten wir:

$$f_T = \frac{120 \cdot 10}{2 \cdot 60} = 10 \text{ Hz}.$$

Berücksichtigen wir bei der Übertragung die 4. Harmonische, so gilt für die Bandbreite nach Gleichung (256):

$$b = 2 \cdot 4 \cdot 10 = 80 \text{ Hz}.$$

Bei tönender Telegrafie ist die Bandbreite im wesentlichen durch die Frequenz des Modulationstones bestimmt und wird durch Tastung um den nach Gleichung (256) berechneten geringen Betrag bei tonloser Telegrafie vergrößert.

Die Bandbreite macht man bei Telegrafieempfang außerordentlich klein, da sonst die Gefahr des Empfanges der zwischenfrequenten Spiegelschwingung besteht. Derselbe Sender erscheint dann zweimal mit der gleichen Tonhöhe auf der Abstimmskala, da die Überlagerungsfrequenz $f_ü$ sowohl mit der Zwischenfrequenz f_z als auch mit deren Spiegelfrequenz f_{zs}[1]) den Überlagerungston f ergibt (Bild 485). Der Spiegelwellenton ist allerdings nicht so lautstark wie der eigentliche Empfangston. Er kann durch eine

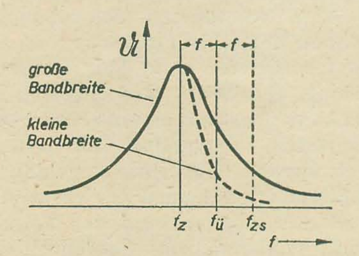


Bild 485: Zwischenfrequente Spiegelschwingung beim Telegrafieempfang

genügend kleine Bandbreite der ZF-Kreise praktisch unterdrückt werden.

Kleine Bandbreiten von einigen hundert Hertz lassen sich mit Schwingkreisen nur sehr schwer verwirklichen. Man verwendet daher zur Steigerung der Selektivität in der Regel hochwertige Quarzfilter in der ZF-Stufe (Bild 486). Die Neutralisation der Halterungskapazität des Quarzkristalles erfolgt in einer Brückenschaltung mit Hilfe des Kondensators C_N [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 12 (1954) S. 375/376]. Bei richtiger Neutralisation wirkt das Quarzfilter als Reihenresonanzkreis extrem hoher Güte [vgl. DEUTSCHE FUNK-TECHNIK Nr. 6 (1955) S. 189/190]. Andererseits kann durch die Regelung des Neutralisationskondensators die wirksame Parallelkapazität des Filterquarzes in gewissen Grenzen geändert werden. Legt man die Spiegelfrequenz in die Parallelresonanz des Quarzfilters (vgl. Bild 145), so ist eine einwandfreie Unterdrückung möglich.

Der Filterkreis ist über eine Spulenanzapfung an die nächste ZF-Stufe angekoppelt, so daß sein Widerstand herauf-

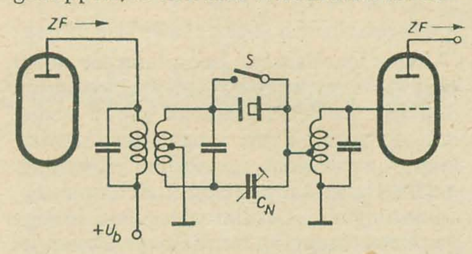


Bild 486: Quarzfilter im ZF-Teil eines Telegrafieempfängers

transformiert und angepaßt wird. Durch Schließen des Schalters S wird der Filterquarz unwirksam und die Empfangsbandbreite durch die ZF-Kreise bestimmt.

Eigenschaften der Empfänger

Die Leistungsfähigkeit eines Empfängers wird im allgemeinen nach folgenden Gesichtspunkten beurteilt:

1. Empfindlichkeit (notwendige HF-Eingangsspannung für eine bestimmte NF-Leistung);
2. Trennschärfe (Nah- und Weitabselektion);
3. Bandbreite (lineare Verzerrungen);
4. Klirrfaktor (nichtlineare Verzerrungen);
5. Regelbereich der ALR;
6. Leistungsverbrauch.

Man wird daher stets eine zahlenmäßige Angabe der obigen Kennzeichen anstreben. Im folgenden sollen daher kurz die üblichen Werte und Definitionen besprochen werden.

Empfindlichkeit

Im allgemeinen versteht man unter Empfindlichkeit die zu 30% mit 400 Hz modulierte HF-Eingangsspannung in Mikrovolt (μV), die am Empfängerausgang eine NF-Leistung von 50 mW erzeugt. Die so definierte Empfindlichkeit ist lediglich ein Maß für die Gesamtverstärkung des Empfängers, wobei über die Güte des Empfanges nichts ausgesagt wird. Man hat daher neuerdings, insbesondere für kommerzielle Geräte, eine vollständigere Definition der Empfindlichkeit eingeführt. Sie wird mit Rücksicht auf das elektronische Störrauschen in kT_0-Einheiten angegeben (Grenzempfindlichkeit) [vgl. DEUTSCHE FUNK-TECHNIK Nr. 3 (1954) S. 20 und RADIO UND FERNSEHEN Nr. 10 (1955) S. 304].

Für die allgemeine Rundfunkempfangstechnik, die im wesentlichen mit Frequenzen bis 20 MHz arbeitet, ist die alte Empfindlichkeitsdefinition meist ausreichend, weil hier das elektronische Rauschen vernachlässigbar ist. Man kann auch bei Angabe der Empfindlichkeit zusätzlich einen bestimmten Rauschabstand fordern, das heißt, das Verhältnis von Nutz- zu Rauschleistung (meist in Dezibel angegeben) darf einen bestimmten Wert nicht unterschreiten. Die Empfindlichkeitsangabe für UKW-FM-Empfänger erfolgt zum Beispiel in Mikrovolt für eine NF-Ausgangsleistung von 50 mW, bei einem bestimmten Frequenzhub (meist 12 kHz) und einem bestimmten Rauschabstand (meist 26 db $\triangleq$ 3 N) [vgl. RADIO UND FERNSEHEN Nr. 24 (1955) S. 704].

Als Richtwerte seien folgende Empfindlichkeiten moderner Empfänger angegeben:

Rückgekoppelte Einkreiser	500 bis 1000 μV
Rückgekoppelte Zweikreiser	50 bis 100 μV
Kleinsuper	15 bis 30 μV
Mittel- und Spitzenklassensuper	1 bis 10 μV
Kommerzielle Empfänger	1 μV

Ob die Empfindlichkeit praktisch auch ausgenutzt werden kann, hängt im wesentlichen von den örtlichen Störungen ab.

Trennschärfe

Unter Trennschärfe oder Selektivität eines Empfängers versteht man das Verhältnis der HF-Eingangsspannungen für die Empfangsfrequenz f_e, auf die der Empfänger abgestimmt ist, und eine eng benachbarte Frequenz, die um $\pm \Delta f$ von f_e abweicht (meist ist $\Delta f = 9$ kHz), bei gleicher NF-Ausgangsleistung. Am zweckmäßigsten wird die Trennschärfe durch die Durchlaßkurve des Empfängers dargestellt (Bild 487 in Heft 5).

Die Trennschärfe eines Empfängers hängt von der Kreisgüte und der Kreiszahl ab. Im allgemeinen werden für die Trennschärfe Werte von 1 : 100 bis 1 : 1000 bei $\Delta f = \pm 9$ kHz angestrebt, das heißt, die Spannungen der Frequenz $f_e \pm 9$ kHz (U_{HF}') benötigen zum Erzielen der gleichen NF-Ausgangsleistung den 100- bzw. 1000fachen Wert der Empfangsspannung der Frequenz f_e (U_{HF}). Die Weitabselektion (Spiegelfrequenzselektion) liegt dann bei etwa 1 : 10000.

Die Erhöhung der Trennschärfe kann nur auf Kosten der Bandbreite erfolgen, das heißt, man muß zwischen Wiedergabequalität und Selektivität einen Kompromiß schließen. Manchmal ist es sogar notwendig, zur Vermeidung von Störungen durch benachbarte Sender und zur Verringerung des Rauschens die Wiedergabequalität zugunsten der Trennschärfe bewußt herabzusetzen.

Wird fortgesetzt

[1]) Es gilt also: $f_ü - f_z = f_{zs} - f_ü = f$.

Chronik der Nachrichtentechnik

Von Dipl.-Ing. HANS SCHULZE-MANITIUS

1882

Edouard Branly erwirbt neben seiner Tätigkeit als Physikprofessor an der katholischen Universität in Paris außer seinem physikalischen Doktorgrad (siehe 1873) nach einem Studium der Medizin noch den medizinischen Doktorgrad, da er befürchtete, daß er nicht lange an der finanziell nicht gut fundierten katholischen Universität würde bleiben können.

1882

Die Universität Würzburg verleiht anläßlich ihres 300jährigen Bestehens Nikolaus Otto, dem Erfinder des Gasmotors, und A. G. Bell, dem Erfinder des Telefons, die Ehrendoktorwürde.

19. 4. 1882

Emil Mechau wird in Seesen im Harz geboren. Er sollte eigentlich Lehrer werden, setzte es aber durch, daß er in Liebenwerda zum Mechaniker ausgebildet wurde. Er trat 1900 in die Firma Carl Zeiss in Jena ein, wo er wegen seiner Fähigkeiten und besonderen Begabung für Feinmechanik bald Mitarbeiter von Professor Dr. Siedentopf wurde. Um sein Wissen zu vervollständigen, studierte er in seiner Freizeit Mathematik, Physik und fremde Sprachen, erwarb sich die Universitätsreife, bezog im Herbst 1905 die Universität, verließ diese dann jedoch ohne Abschlußprüfung. Er war dann auf dem Gebiete der Filmvorführapparate tätig, schuf 1912 den Mechau-Projektor mit optischem Ausgleich, der 1912 erstmalig erprobt und 1913 zum Patent angemeldet wurde, entwickelte von 1929 bis 1934 einen Projektor für Großprojektion, einen Schmalfilmprojektor mit optischem Spiegelausgleich, wandte sich dann dem Fernsehproblem zu, schuf den Fernsehlinsenkranzabtaster, den die Firma Telefunken 1935 für die Kurzschlußvorführung der ersten Fernsehbilder nach dem Zeilensprungverfahren baute und mit dem er im Abtastpunkt eine rund 20- bis 30mal höhere Leuchtdichte als bei einem gewöhnlichen Lochscheibenabtaster erreichte, entwickelte 1936 einen vielseitig verwendbaren Linsenkranzabtaster, der Gesamtaufnahmen von fünf bis sechs Personen gestattete und im Sommer 1936 von der Deutschen Reichspost bei einem neuen Bildgeber verwendet wurde und die pausenlose Übertragung von Filmbildern und Diapositiven ermöglichte und für den er auf der Pariser Weltausstellung 1937 den Grand-Prix erhielt. Er verunglückte im Juli 1945 tödlich beim Entschärfen einer Handgranate in Brottewitz bei Mühlberg a. d. Elbe.

22. 4. 1882

Das von Preußen zwischen Emden und Valentia in Irland verlegte Unterseekabel wird dem öffentlichen Verkehr übergeben.

5. 7. 1882

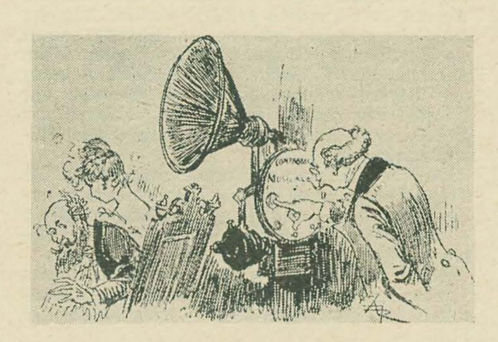


Max Dieckmann

Professor Max Dieckmann wird in München geboren. Er gab 1906 die Entdeckung der Ablenkung des Katodenstrahles einer Braunschen Katodenstrahlröhre durch magnetische oder elektrische Felder bekannt und schuf mit dieser Entdekkung die Möglichkeit, Bilder trägheitslos zu zerlegen und wieder zusammenzusetzen, wobei der Katodenstrahl in aufeinanderfolgenden Zeilen über das Bildobjekt geführt wurde, erhielt am 12. 9. 1906 mit G. Glage das Patent auf ein „Verfahren zur Übertragung von Schriftzeichen und Strichzeichnungen unter Benutzung der Katodenstrahlröhre", schlug damit als erster die Braunsche Röhre als Bildschreiber für die elektrische Übertragung von Bildern vor und wies die Brauchbarkeit seiner Anordnung nach, erhielt am 29. 8. 1924 das Patent auf ein Verfahren zur elektrischen Fernsichtbarmachung bewegter Bilder, führte 1925 seine neue Fernsehapparatur auf der Münchener Verkehrsausstellung vor, wobei ihm die Übertragung einfacher bewegter Schattenbilder gelang, entwickelte 1925 mit Hell einen Bildsondenabtaster (Dissector-Tube), der 1934 von Ph. T. Farnsworth zu einer brauchbaren Form entwickelt wurde, erhielt am 5. 4. 1925 mit Hell das Patent auf die erste „Lichtelektrische Bildzerlegerröhre für Fernseher", stellte mit Hell eine Musterbildsondenröhre her, und schuf eine Bildübertragungsmethode zum Übertragen von Zeichnungen vom Flugzeug zum Lande, nach deren Verfahren 1926 gemeinsam vom Telefunkenkonzern, der Deutschen Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegrafie, dem Telegrafischen Reichsamt und der Deutschen Seewarte in Hamburg eine Bildübertragung durchgeführt wurde.

1883

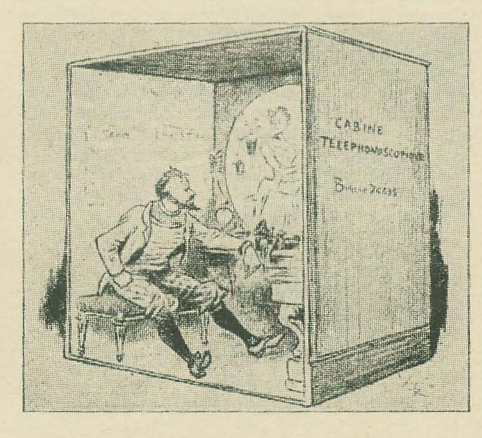
Es erscheint ein Zukunftsbild, auf dem die Übertragung von Opernmusik in die Wohnungen der Bürger mit Hilfe großer Telefone dargestellt ist, die man lauter oder leiser einstellen kann. Man kann auch das Orchester anders hörbar machen als den Gesang. Auf diesem Zukunftsbild ist links ein Herr der alten Schule dargestellt, der sich über die Neuerungen entsetzt.



Übertragung von Opernmusik in die Wohnungen mit Hilfe großer Telefone

1883

Robida veröffentlicht ein Zukunftsbild auf die Verbindung des Telefons, der Sprechmaschine und des Projektionsapparates.



„Telephonoskop" von Robida

1883

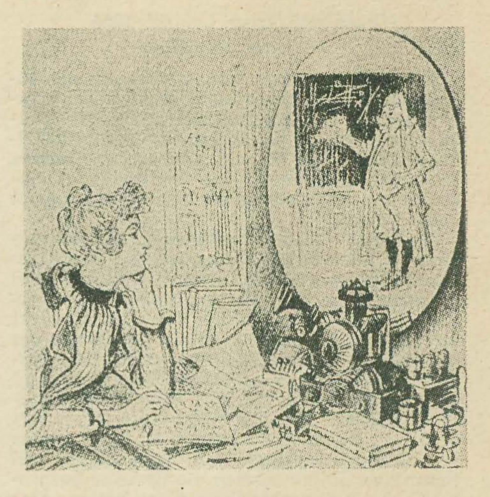
Der russische Physiker und Radiotechniker Alexander Stepanowitsch Popow tritt an einem Institut in Kronstadt eine Assistentenstelle an, bei der er russische Marineoffiziere im Minenwesen auszubilden hatte. Während seiner Tätigkeit an dieser Anstalt hielt er jedoch ständig die Verbindung zur Wissenschaft aufrecht.

1883

Der Physiker und Radiotechniker Ferdinand Braun geht an die Technische Hochschule Karlsruhe.

1883

In einem anderen Zukunftsbild verband der Fernseher eine junge Dame mit ihrem Mathematiklehrer, der ihr auf diese Weise Unterricht erteilte.



Vorstellung des Fernsehens in einem 1883 erschienenen Zukunftsroman

1883

In Frankfurt a. M. wird eine Musikübertragungsanlage vom Frankfurter Opernhaus nach dem 6 km entfernten Schloß Rumpenheim errichtet.

1883

Heinrich Hertz, der kurz zuvor sein Doktorexamen gemacht hatte, wird Privatdozent für Physik an der Universität Kiel.

1883

Fritts findet wie Adams und Day (siehe 1876), jedoch an einer mit durchscheinendem Blattgold bedeckten Selenfläche, bei Belichtung das Auftreten einer selbständigen EMK.

27. 2. 1883

Der Professor, Dr., Dr.-Ing. e. h. Hans Rukop wird geboren. Er studierte Physik und Mathematik, promovierte mit seiner Doktorarbeit „Elektrische Schwingungen sehr kleiner Wellenlänge" und begann Anfang 1914 seine Tätigkeit bei Telefunken, wo ihm bald danach zur Zeit der Schaffung der Lieben-Röhre die Leitung des Schwachstromlaboratoriums übertragen wurde. Er schuf an Stelle der unbequemen gashaltigen Röhre die hochentlüftete Röhre in Dreipunktschaltung, die allein eine wirtschaftliche Fertigung und eine zuverlässige Verstärkerentwicklung gewährleistete. Anfang 1915 gelangen ihm mit seinen Hochvakuumröhren Versuche einer drahtlosen Telefonie zwischen Fürstenbrunn und Seegefeld bei Berlin über 15 km. 1918 entwickelte er mit K. W. Haußer bei der Firma Telefunken die erste 5-kW-Leistungsröhre mit Wassersiedekühlung. 1927 wurde er als Ordentlicher Professor an die Universität Köln berufen, wo er die Leitung des neu gegründeten Institutes für Technische Physik übernahm. 1933 kehrte er jedoch zu Telefunken zurück. Er entwickelte besonders die Röhrentechnik, die Hochvakuumelektronenröhre mit Glühkatode, untersuchte die Betriebseigenschaften der Elektronenröhre, begründete den Aufschwung der elektrischen Nachrichtenübertragung, insbesondere auf drahtlosem Gebiet, gab die „Telefunken-Zeitung" und die „Telefunken-Röhre" heraus, veröffentlichte zahlreiche wissenschaftliche Aufsätze, war Mitverfasser des bekannten „Lehrbuches der drahtlosen Telegraphie" (2. Auflage) und erhielt 1951 in Anerkennung seiner Verdienste um die Hochfrequenztechnik anläßlich der 200-Jahr-Feier der Technischen Hochschule Braunschweig die Würde eines Dr.-Ing. e. h.

Literaturkritik und Bibliographie

M. I. Finkelstein
und A. N. Schusterowitsch

Funknavigation

Fachbuchverlag, Leipzig, 1954
71 Seiten, 43 Bilder

Dieses Buch wendet sich, sowohl was den Inhalt anbetrifft als auch nach der gewählten Darstellung, an den breiten Leserkreis der Funkamateure. Es gibt eine allgemeine, gutverständliche Einführung in ein Gebiet, um dessen Popularisierung es in der Deutschen Demokratischen Republik leider noch sehr schlecht bestellt ist.

Nach einer kurzen Einführung, die mit den Grundproblemen der Navigation, der Entwicklung der Funknavigation in der Sowjetunion und der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen vertraut macht, behandeln die Verfasser zunächst die Funkpeilverfahren, also die Verfahren der Messung des Winkels zwischen der Verbindungslinie eines Senders zu einem Empfänger und einer festen Grundlinie, zum Beispiel der Nord-Süd-Richtung. Von den ältesten Verfahren mit drehbarer Rahmenantenne und Hörempfang bis zu Goniometeranlagen und Sichtanzeige mit Braunscher Röhre werden die Systeme besprochen, die praktische Bedeutung hatten oder noch haben. Dem Kapitel über Funkfeuer, das die Leitstrahlfunkfeuer und Allrichtungsfunkfeuer behandelt, schließt sich der Abschnitt über Entfernungsmeßsysteme an. Hier werden das Impulslaufzeitverfahren, das Hyperbelverfahren mit Impulsbetrieb und Phasenvergleichssysteme beschrieben. Mit den Abschnitten „Funk-Höhenmesser" und „Blindlandesysteme" wird das Buch beendet, nicht ohne noch auf die kommende Bedeutung des Fernsehens in der Funknavigation hinzuweisen.

In der Darstellung ist fast durchweg eine glückliche Synthese zwischen technischer Exaktheit und guter Verständlichkeit erreicht worden; die Übersetzung kann als flüssig und technisch einwandfrei bezeichnet werden. Zeichnungen und grafische Darstellungen in ausreichender Qualität erleichtern das Verständnis des Textes. Kleine Schönheitsfehler, wie zum Beispiel die in der Formel auf Seite 23 gewählte Bezeichnung des Kompaßkurses K.Kp. und des rechtweisenden Kurses K.rw. (warum nicht, wie üblich, als Index, also K_{Kp} und K_{rw}?) oder — als entgegengesetztes Extrem — in der Zeichnung auf Seite 50 den unübersichtlich langen Index U_{ablenk}, sollte man bei einer eventuellen Neuauflage vermeiden. Es ist nicht gerade falsch, aber solche Dinge fordern die ästhetischen Gefühle eines Technikers zum Widerspruch auf.

Man kann das Buch als gute Grundlage zum Studium der fortgeschrittenen und komplizierten Systeme der Funknavigation jedem Techniker mit einigen HF-technischen und physikalischen Grundlagen warm empfehlen; zu hoffen ist nur, daß auch bald eingehendere Spezialwerke zu diesem Thema auf unserem Büchermarkt erscheinen werden. *Kuckelt*

H. L. Fahlberg

Ein Stern verrät den Täter

Verlag Das Neue Berlin
252 Seiten, Halbleinen 6,— DM

H. L. Fahlberg nennt sein Buch „Ein Stern verrät den Täter" selbst einen Kriminalroman. Um dem Leser die Spannung an einem solchen Roman nicht zu nehmen, verbietet es sich von allein, hier weitgehend den Inhalt zu schildern. Bis zu einem gewissen Umfang ist dies jedoch unumgänglich, da dieser Roman mehr als nur ein Kriminalroman zu sein scheint.

Ein Wissenschaftler, der Physiker Prof. Terboven, erfindet ein Fernsehgerät, mit dem es möglich ist, in die Vergangenheit zurückzusehen. Auf einer überraschend unternommenen Expedition verschwindet der Erfinder unter rätselhaften Umständen im mexikanischen Urwald. Sein Assistent kehrt zurück und bringt im Auftrage einer Gruppe dunkler Ehrenmänner die Erfindung an sich. Bevor er jedoch die von ihm weiter verbesserte Fernsehanlage seinen Auftraggebern ausliefern kann, wird der am Verschwinden des Professors Schuldige von dessen Sohn, ebenfalls einem Physiker, mit Hilfe eines von ihm konstruierten hochempfindlichen Encephalographen entlarvt. Freunde des Professors helfen bei der Entlarvung des Täters und bei der Sicherstellung des Fernsehers, der nunmehr der Wissenschaft zum Wohle der Allgemeinheit dienen kann.

Aus dieser kurzen Inhaltsangabe ist erkennbar, daß es sich bei diesem Buch um eine Verbindung von Kriminal- und technischem Zukunftsroman handelt, wobei auch aktuelle Fragen angeschnitten werden.

Die kriminalistische Seite des Romans enthält wohl spannende Momente, ist aber wegen der unverkennbaren und unverständlichen Sorglosigkeit des Täters teilweise recht unglaubwürdig. Der Stil ist manchmal etwas zu pathetisch, und die eigentlich recht überflüssige Schilderung der Schlägerei in der Hafenkneipe von Vera Cruz ist ausgesprochen abstoßend. Es ist im ganzen keine logisch zwingende Linie in der Entlarvung des Täters vorhanden, die doch erst einen guten Kriminalroman ausmacht, ja ihn überhaupt erst dazu macht.

Der technische Teil dagegen ist etwas zufriedenstellender. Der Verfasser knüpft an bereits vorhandene Erfindungen an und verwendet sogar neueste wissenschaftliche Erkenntnisse, wie die erst kürzlich erfolgte Entdeckung der Dunkelsterne. Die technischen Angaben, soweit sie bestehende Dinge betreffen, entsprechen durchaus den Tatsachen. Der Fachmann unter den Lesern erkennt leicht die Grenzen zur Utopie. Für den Laien hat der Verfasser zur Erklärung in einem kurzen Anhang einige Hinweise gegeben.

Welche Merkmale sollte, vom Standpunkt des Technikers betrachtet, ein Zukunftsroman haben, um als gut und damit nützlich zu gelten — wobei die stilistische Seite hier nicht in Betracht gezogen werden soll —?

1. Die technischen Angaben, soweit sie bereits Vorhandenes betreffen, sollen technisch-wissenschaftlich einwandfrei sein. — Dies ist hier der Fall.

2. Der Roman muß in bezug auf bereits Vorhandenes in geschickter Weise die Kenntnisse des Lesers bereichern. — Dies ist hier auch der Fall.

3. Die „Zukunftsdinge" sollen nach Möglichkeit in eine realisierbare Richtung fallen — sofern es sich nicht um einen ausgesprochen „utopischen Roman" handelt. — Dies ist hier nicht mehr ganz der Fall.

4. Die Entwicklung der Geräte und ihre Anwendung und der Kampf um ihre Nutzbarmachung zum Wohle der Menschheit müssen als das eigentliche Kernstück des Zukunftsromans in populärer Weise, jedoch spannend dargestellt sein. Dies ist hier in keiner Weise der Fall, denn alle Erfindungen sind als bereits vorhanden angenommen.

Es kann also bei diesem Buch auch nicht von einem echten und guten Zukunftsroman gesprochen werden, so daß abschließend festgestellt werden kann: weder ein echter Kriminalroman noch ein echter Zukunftsroman in ihrem besten Sinne, sondern ein Zwitter, der nur als ein Versuch gewertet werden darf, wenn er überhaupt einen Wert haben soll. *Otto*

Dipl.-Ing. W. Stollrecht
und Dipl.-Ing. P. Miram

Englisch für Radio-Praktiker

Franzis-Verlag, München, 1955
64 Seiten
Heft 62 der Radio-Praktiker-Bücherei

Eine gute Idee war es, dieses für Techniker mit englischen Grundkenntnissen gedachte Buch nicht als technisches Wörterbuch, sondern fast in Form eines kleinen Grundlagenlehrbuches der Hochfrequenztechnik aufzubauen. In dem zum größten Teil englischen Text sind die deutschen Übersetzungen der Fachwörter in Klammern angegeben; wo es unbedingt zum Verständnis nötig erscheint, ist ein deutschsprachiger Absatz eingefügt. Auf diese Weise werden nicht nur die termini technici vermittelt, sondern die mehr oder weniger abgeklungenen grammatikalischen und orthographischen „Schwingungen" wieder aufgeschaukelt. Die Gliederung ist dementsprechend nicht nach alphabetisch geordneten Stichworten, sondern, entsprechend den Sachgebieten, in einzelne Kapitel vorgenommen: Die Röhre, Hochfrequenz- und Resonanzkreise, Verstärker, automatische Lautstärkeregelung, Modulation, Ausgangsübertrager, Mikrofone, Lautsprecher, Stromversorgung, Antennen, Großlautsprecheranlagen, Walkie-Talkies, Diathermie. Ganz nebenbei erfährt man noch solche interessanten Kleinigkeiten wie zum Beispiel, daß die der American Wire Gauge zugrunde liegende Einheit der $\sqrt[39]{92}$ entspricht.

Das Buch ist hauptsächlich auf die im amerikanischen Sprachgebrauch üblichen Redewendungen zugeschnitten; wo sich englische und amerikanische Bezeichnungen grundsätzlich unterscheiden, wird im Text darauf hingewiesen (so zum Beispiel tube bzw. valve für Röhre, antenna bzw. aerial für Antenne). Ein zweisprachiges Stichwortverzeichnis erlaubt das Aufsuchen der wichtigsten Begriffe ohne langwieriges Blättern in den einzelnen Kapiteln.

Alles in allem: eine Neuerscheinung, der man noch einige „Nachkommen" in Gestalt ähnlicher Bücher in anderen Sprachen wünschen möchte. *Kuckelt*

Ing. Heinz Richter

Elektronik in Selbstbau und Versuch

Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart
251 Seiten, 226 Bilder

Es ist für die Außenstehenden oft nicht leicht, in die Besonderheiten der Elektronik einzudringen, da bisher nur wenige Einführungen in das noch recht junge Gebiet bestehen. Das Erscheinen dieses Buches, das, wie es im Untertitel heißt, „eine leichtverständliche Einführung in die elektronische Schaltungstechnik an Hand von Selbstbaugeräten" zum Ziel hat, kann daher nur begrüßt werden. Der schon von mehreren anderen Veröffentlichungen her bekannte Autor geht dabei von der Voraussetzung aus, daß nur durch die Verbindung von Theorie und Praxis, also durch Kenntnis der Grundschaltungen und durch eigene Versuche ein wirkliches Eindringen in ein Gebiet möglich ist. Deshalb stehen nicht die zahlreichen Industriegeräte im Vordergrund, sondern die einfache Schaltungstechnik, aus der sich diese Geräte schließlich zusammensetzen. Vorausgesetzt werden lediglich gute rundfunktechnische Kenntnisse, jegliche Mathematik wurde vermieden.

In den einzelnen Kapiteln werden hauptsächlich die der Schwachstromtechnik verwandten Gebiete behandelt. Nach einer Erläuterung der besonderen Bauelemente der Elektronik und praktischen Hinweisen für den Selbstbau werden die Schaltungen der Impulstechnik besonders eingehend besprochen, da sie die Grundlage für die meisten Zweige der Elektronik bilden. Das Kapitel über Kristalldioden und Transistoren gibt jedem, der sich mit diesem Gebiet befassen möchte, viele Anregungen für eigene einfache Versuche. Das gleiche gilt für die anschließend behandelten Grundschaltungen von Fotozellengeräten.

In dem Abschnitt über die elektronische Regelungstechnik wäre die stärkere Anwendung der genormten Bezeichnungen für dieses Gebiet sehr zu begrüßen, da erfahrungsgemäß gerade hier noch starke Verständigungsschwierigkeiten bestehen. Das folgende Kapitel über elektronisches Zählen und Rechnen behandelt leichtverständlich die Grundlagen dieses schon zu großem Umfang angewachsenen Zweiges der Elektronik.

Jedes Kapitel schließt mit der Bauanleitung eines Gerätes, sei es ein einfacher Zeitgeber, ein Fotozellengerät, ein Elektronenblitzgerät oder ein Analogierechner. Durch ausführliche Beschreibungen und dimensionierte Schaltungen (wobei in einer Neuauflage die genormten Schaltzeichen vielleicht stärker berücksichtigt werden könnten) sind die Voraussetzungen für den Erfolg der Arbeiten gegeben.

Naturgemäß wird vor allem auf die Erzeugnisse der westdeutschen Industrie zurückgegriffen. Durch die flüssige Darlegung des sehr umfangreichen Materials, durch die vielen Bemessungshinweise und durch ein ausführliches Sachregister wird es aber auch hier für alle an diesem Gebiet Interessierten nützlich. *Eberding*